Tijdschrift van het

Nederlands Elektronica- en Radiogenootschap

DEEL 28 No. 3 1963



IN MEMORIAM PROF. DR. IR. J. L. H. JONKER

Op 12 juli 1963 overleed te Eindhoven op 62-jarige leeftijd, Prof. Dr. Ir. J. L. H. Jonker. Met Jonker is een van de vooraanstaande figuren uit de Nederlandse radiowereld heengegaan. Gedurende vele jaren maakte hij als vice-voorzitter deel uit van het bestuur van het Nederlands Radiogenootschap. Enige woorden gewijd aan zijn nagedachtenis mogen hier volgen.

Na in 1925 het diploma van elektrotechnisch ingenieur aan de Technische Hogeschool te Delft te hebben verworven, was Jonker achtereenvolgens gedurende korte tijd werkzaam bij een suikerfabriek en bij een octrooibureau. Hij had reeds toen een grote belangstelling voor de radiotechniek, waarvan vele artikelen in „Radio-Nieuws" over allerlei toen in de belangstelling staande onderwerpen getuigen. Hij bracht naar voren en onderzocht de schermroosterlamp als detector, voor welk werk hem in 1931 de Veder-prijs werd toegekend.

In 1927 trad hij in dienst van de N.V. Splendor te Nijmegen en werd belast met het ontwerpen en fabriceren van radiobuizen. Toen Splendor in 1930 door de N.V. Philips werd overgenomen, kwam Jonker naar Eindhoven en deed zijn intrede in het Philips Natuurkundig Laboratorium, waar hij zich opnieuw met radiobuizen ging bezighouden. Na twee jaar verliet Jonker het Natuurkundig Laboratorium om belast te worden met de oprichting van een ontwikkelingslaboratorium van de radiobuizenfabriek. In 1936 keerde hij naar het Natuurkundig Laboratorium terug en kreeg daar de leiding van een groep die elektronenbuizenproblemen onderzocht. Van de vruchtbare jaren die dan aanbreken, getuigen ruim veertig publikaties die in de jaren 1938—1957 van zijn hand zijn verschenen, gedeeltelijk in samenwerking met anderen, en waarvan een viertal in dit tijdschrift zijn verschenen. Het onderzoek van de secundaire emissie en de invloed en toepassing daarvan in elektronenbuizen heeft gedurende al die jaren zijn grote belangstelling gehad. Jonker heeft aan de kennis van en het inzicht in dit verschijnsel belangrijk bijgedragen, en het verheugde hem enige malen te vernemen dat elders in de wereld op zijn werk werd voortgebouwd. Naast de secundaire emissie heeft het probleem van de verdeling van de kathodestroom over de roosters en de anode van meerroosterbuizen veel van zijn aandacht gevergd. Dit leidde tot een proefschrift „Stroomverdeling in versterkerbuizen" waarop hij in 1942 in Delft, bij Elias, tot doctor in de technische wetenschap promoveerde. Van

de vele andere, meer verspreide onderwerpen noemen wij nog die over buizen met lintvormige elektronenbundel, toegepast o.a. als telbuizen.

Toen de Afdeling Elektrotechniek van de Technische Hogeschool te Delft onderwijs in de eigenschappen en de werking van elektronenbuizen wenste te doen geven, werd Jonker daarmee belast en werd hij in 1952 benoemd tot buitengewoon hoogleraar. In 1956 zegde hij Philips vaarwel om de taak op zich te nemen als gewoon hoogleraar aan de op te richten Technische Hogeschool te Eindhoven een Afdeling Elektrotechniek te stichten, waarvan hij tot het einde toe voorzitter-beheerder is geweest. Met enthousiasme en voortvarendheid heeft hij het vele werk verricht dat daarvoor van hem werd geëist. In dezelfde tijd nam hij een andere taak ten behoeve van het onderwijs op zich. Jonker was n.l. sedert de oprichting in 1957 voorzitter van de Stichting tot bevordering van het vakonderwijs op het gebied van de elektronica in Nederland, de z.g. S.V.E.N., die veel heeft gedaan en doet om het elektronisch vakonderwijs op allerlei wijzen te steunen en te bevorderen. Sedert enige jaren maakte hij deel uit van het bestuur van het Veder-fonds. Ook internationaal had Jonker zich door zijn werk en zijn persoonlijkheid naam verworven, wat o.a. leidde tot zijn benoeming tot vice-president van de commissie Radio Electronics van de Union Radio Scientifique Internationale.

Met Jonker is een man van grote bekwaamheid, werkkracht en stuwkracht heengegaan, die veel tot stand heeft mogen brengen. Hij wist mensen om zich heen te verzamelen om een gemeenschappelijke taak te vervullen. Hij is midden uit zijn werk weggerukt. In september had de officiële opening van het gebouw voor elektrotechniek van de T.H. Eindhoven plaats, aan de totstandkoming waarvan hij zoveel heeft bijgedragen; anderen zullen nu zijn werk overnemen en voortzetten. Vele vrienden laat hij achter.

B. D. H. Tellegen

De ontwikkelingsgang naar de miniaturisatie in de sector omroepontvangers

door J. Rodrigues de Miranda *)

Voordracht gehouden voor het Nederlands Radiogenootschap op 15 oktober 1962.

Summary

Considerable changes in the aspect of radio set design and production method have been caused by printed wiring technique and by the introduction of transistors.

These two factors made miniaturisation possible. Shape and dimensions of electrical components and their terminals became extremely important. An integrated system of components and design is proposed oriented towards modern production methods.

In een aantal korte bijdragen zullen in dit nummer enige aspecten van de moderne radiotechniek belicht worden zoals die bij de N.V. Philips worden toegepast. Zowel de ontwerp- als de fabricagekant komen hierbij ter sprake.

Vooruitlopend op de inhoud van deze bijdragen wil ik reeds bij de aanvang er op wijzen, dat produktietechnieken hoe langer hoe meer op het ontwerp teruggrijpen.

Aangezien produktietechnieken en technologieën een veel langere levensduur hebben dan de ontwerpen, ontstaat de noodzaak van veel nauwere samenwerking tussen fabriek en laboratorium, terwijl het wenselijk is dat beide instanties tezamen toekomstwegen uitstippelen, uiteraard met het karakter van een extrapolatie van het verleden. Om tot een synthese voor de techniek der toekomst te komen dient men allereerst de ontwikkelingsgang in het verleden te analyseren.

Tot voor betrekkelijk korte tijd was een radiotoestel opgebouwd uit een — meestal metalen — chassis dat de elektrische en mechanische onderdelen droeg. De kleinere onderdelen, weerstanden en condensatoren, werden mechanisch meestal op z.g. rekjes gemonteerd en elektrisch d.m.v. montagedraad verbonden. De functies van versterker, oscillator en meestal ook van gelijkrichter werden door elektronenbuizen vervuld.

*) N.V. Philips' Gloeilampenfabrieken, Radio-apparatenlaboratorium.

Toen kwam de techniek der „gedrukte bedrading" en, vrijwel tegelijkertijd, deden de transistoren — halfgeleiders dus — hun intrede. De gedrukte bedrading bracht een omwenteling in de *fabricage-technieken*, de halfgeleiders hadden een aanmerkelijke wijziging in het *ontwerp* tengevolge. Deze wijziging betrof niet alleen het elektrische aspect maar er waren ook mechanische consequenties omdat een „prentplaat" vaak niet voldoende sterk was om als drager voor zwaardere onderdelen te fungeren.

Gedrukte panelen werden zowel in buizen- als in transistorapparaten toegepast, aanvankelijk met passieve elementen die zich qua constructie en vorm niet van de vroeger gebruikelijke onderscheidden.

De transistoren maakten echter aanmerkelijk kleinere apparaten mogelijk en wel om de volgende redenen:

a) transistoren zijn zelf veel kleiner dan buizen
b) transistoren dissiperen slechts weinig warmte
c) stromen en spanningen in transistorschakelingen zijn aanmerkelijk lager dan bij buizenschakelingen het geval is, zodat kleinere weerstanden, condensatoren en eventueel ook transformatoren kunnen worden gebruikt.

Terwijl oorspronkelijk voor buizen- en transistorapparaten gedrukte panelen met hetzelfde, vrij grove raster (gestandaardiseerd door de IEC) werden gebruikt deed zich later — met name bij de N.V. Philips — de behoefte voelen aan een fijner raster (ook een fijner raster was reeds door de IEC voorzien).

Voor het fijnere raster bleken echter nieuwe technieken nodig, terwijl ook een nieuwe conceptie van onderdelen wenselijk werd geacht.

Toen deze problemen onderkend werden, achtten wij het tijd om ontwerp, onderdelen, fabricage-technieken en technologieën aan een integrale studie te onderwerpen.

Deze studie heeft geleid tot een filosofie, welke speciaal voor de onderdelen vrij verstrekkende consequenties heeft. Mede in verband met de steeds meer op de voorgrond tredende mechanisatie willen wij de klassieke vorm van weerstanden en condensatoren — een cilindrisch lichaam met een draad aan ieder uiteinde — vergeten.

Gezien de montage van onderdelen op gedrukte panelen ligt het voor de hand om te vragen naar onderdelen die op pootjes —

tegelijk aansluitingen — staan. Afstand en vorm van deze pootjes dienen dan te worden gestandaardiseerd en wel tezamen met de afmetingen en het patroon der gaatjes in de panelen, zodanig dat de onderdelen niet uit het paneel vallen wanneer dit, b.v. voor controle, wordt omgedraaid.

In verband met de, speciaal voor kleine apparaten gewenste, dichte pakking vroegen wij naar onderdelen met rechthoekige doorsnede, met een zo klein mogelijk geprojecteerd oppervlak en van een uniforme hoogte.

Zonder dat verder in details wordt afgedaald kan worden medegedeeld, dat wij de pootjes van de onderdelen passend hebben gedacht in het ε-raster (met een steek van 1/40 inch, voorgesteld door de IEC) met een uniforme hoogte van 10 mm. Zo ontstond wat wij noemen het pakket van *coherente onderdelen*. Deze onderdelen lenen zich bijzonder goed zowel voor hand- als voor mechanische montage.

Twee dezer onderdelentypen zijn reeds, passend in dit onderdelenpakket, gerealiseerd. Dit zijn de spoelenfamilie en de golflengteschakelaar-familie.

De spoelenfamilie zal uitvoeriger worden besproken door Ir. Gusdorf, terwijl Ir. Uenk zijn bijdrage aan de golflengteschakelaar zal wijden.

De ontwerp-aspecten zullen door Ir. Dil worden behandeld, terwijl de consequenties voor de fabriek door Ir. Haverkorn van Rijsewijk zullen worden belicht. Maar voordien willen wij U aan de hand van een schematische voorstelling (zie de volgende bladzijde) de synthese geven voortgekomen uit onze overwegingen.

Voor de volgende belangrijke punten vragen wij de aandacht:

1. Het is voor het eerst dat aan elektrische onderdelen configuratie-eisen worden gesteld.
2. De miniatuur-opbouw is noodzakelijk om tot kleine apparaten te komen, maar is ook van voordeel voor grotere apparaten. In ieder radiotoestel zijn n.l. onderdelen aanwezig waarvan de grootte ook de kwaliteit bepaalt.
   Dit zijn de ferrietantenne, de luidspreker en — in batterijtransistorapparaten — de batterij zelf. Wanneer men door miniaturisatie het zuiver elektronisch deel kleiner kan maken is meer ruimte beschikbaar voor de genoemde omzetters. Hierdoor ontstaat een duidelijke kwaliteitswinst van het geheel.

Fase	1	2	3	4	5
chassis	metaal	geprint paneel $e = 2{,}54$ mm	geprint paneel $\varepsilon = 0{,}635$ mm		
actieve onderdelen	buizen	buizen (transistoren)	transistoren	transistoren	beheerste opbouw van vaste stof
onderdelen	conventioneel	conventioneel	in principe conventioneel	verenigd in bouwblokjes	
configuratie van onderdelen	conventioneel	conventioneel (aangepast)	coherent systeem $h = 10$ mm, kleine tapse pootjes, tegelijk aansluitingen		
assemblage	met de hand	met de hand of met knip-buig machine of met automatische insteekmachines	met de hand of met automatische insteekmachines		
solderen	met soldeerbout	soldeerbout of dompelsolderen	precisie dompelsolderen		
aantal onderdelen per dm^3	100	500	2500	10.000	?
introductie bij Philips	1925	1956	1961 „eerste stappen"	1965-1970	2000

3. Fase 3 en opvolgende fasen verschillen van de voorafgaande in:
   a) volledige aanpassing van onderdelen aan de elektrische eigenschappen van transistor*schakelingen*
   b) volledige aanpassing aan de voordelen en mogelijkheden van de transistor*afmetingen*;
   c) volledige aanpassing aan efficiente *assemblage-methoden* van panelen met gedrukte bedrading.
4. Doordat voor het eerst chassis (geprint paneel), onderdelen en produktiemethoden tezamen onder de loupe werden genomen wordt het streven bevorderd naar:
   a) standaardisatie
   b) beheersing van het fabricageproces.
5. Er is een duidelijke tendentie naar een geïntegreerde ontwikkeling van apparatentype èn fabricageproces. Dit was bij onderdelen reeds lang het geval.
6. Het geprinte paneel kan worden opgevat als een meervoudig „stopcontact".
7. Internationale overeenkomst is noodzakelijk wat betreft de dimensionering van de „pootjes". Gewenst is ook standaardisatie van het raster. Dit geldt eveneens voor de positie van de pootjes t.o.v. de omhulling der onderdelen i.v.m. mechanisatie.
8. Een interessant aspect van miniaturisatie is de mogelijkheid tot het gebruik van duurdere grondstoffen, omdat de benodigde hoeveelheid zo klein is.
9. Schema's waarin geen l.f.-transformatoren benodigd zijn bieden voordelen in geminiaturiseerde apparaten.
10. Het miniatuur-prentpatroon is zeer geschikt om „modules" op te nemen. Het is zeer waarschijnlijk dat in de nabije toekomst „modules" worden gebruikt b.v. voor m.f.-versterkers. Deze „modules" zullen aanvankelijk opgebouwd zijn uit lijfelijke onderdelen, doch in de toekomst zullen in toenemende mate „moleculair-technieken" worden gebruikt.
11. Ook de mechanische opbouw zal — mede in verband met de voortschrijdende mechanisatie — moeten worden gerationaliseerd.
12. De techniek van morgen moet de startbaan zijn voor die van overmorgen.

Manuscript ontvangen 29 november 1962.

Ontwikkelingsaspecten van apparaten met miniatuurtechniek

door W. F. Dil *)

Summary

A survey of aspects for a general introduction of miniature techniques into radioreceivers is given.

These aspects can be divided into general arguments and electrical consequences.

The first group results in lower costprices, higher factory efficiency and more commercial possibilities; the second one in a lower capacitive feedback, attention to the inductive feedback and the use of transformerless output stages.

1. Inleiding

De wijze van werken bij de voorbereiding van massafabricage en fabricage van kleine series of enkelfabricage verschilt veel.

Het ontstaan van de miniatuurtechniek in de „entertainment"-sector is karakteristiek voor de sfeer waarin de ontwikkeling voor de fabricage van zeer grote aantallen geschiedt. In tegenstelling hiermede zijn in de Verenigde Staten miniatuurtechnieken ontstaan in de professionele sector, in het bijzonder onder invloed van de militaire urgentie.

Bij massafabricage wordt onder ontwikkeling verstaan alle werkzaamheden die voorafgaan aan de fabricage. Populair uitgedrukt zou men kunnen zeggen dat een ontwikkelingslaboratorium een stapel tekeningen en meetgegevens moet produceren die een *voor fabricage geschikt en verkoopbaar produkt* eenduidig definiëren.

Omdat de fabricage geen moment stil mag staan wegens het daaraan verbonden financiële verlies moet een ontwikkelingslaboratorium zijn ontwikkelingsprodukten op regelmatige en van te voren afgesproken tijden aan de fabriek leveren. Een ontwikkelingslaboratorium werkt daarom volgens een scherpe planning. Tengevolge van het vastleggen van de procedure van de ontwikkelingswerkzaamheden zal de ontwikkeling zich in principe beperken tot bekende technieken en fabricagemethoden.

---

*) N.V. Philips Gloeilampenfabrieken, Radio-apparatenlaboratorium.

Hiervoor is reeds gesteld dat het doel van de ontwikkeling een voor fabricage geschikt en verkoopbaar produkt is. Het is in het bijzonder de verkoopbaarheid welke de toetssteen is voor de confrontatie met de concurrentie. Hierdoor is het noodzakelijk het uiterste op te brengen voor de introductie van noviteiten en nieuwe fabricagemethoden.

Aan nieuwigheden wordt gewerkt in een periode welke voorafgaat aan de feitelijke ontwikkeling. In gradatie staan deze werkzaamheden tussen ontwikkeling en research; ze worden „voorontwikkeling" genoemd. Evenals de ontwikkeling staat ook de voorontwikkeling — in tegenstelling tot de research — in nauw verband met de commerciële mogelijkheden. Het is duidelijk dat hierbij een bron van dilemma's aan de dag kan treden.
Uit de noodzaak van de introductie van noviteiten en nieuwe fabricagemethoden,' mede samenhangende met kostprijsvermindering en efficiencyverbetering, is deze miniatuurtechniek ontstaan. Aan deze miniatuurtechniek is zeer veel werk verricht in voorontwikkelingsverband.

Uit de aspecten van de miniatuurtechniek van de radio-apparaten wordt, in verband met de omvang van dit overzicht, een keuze gedaan.

2. Argumenten voor miniaturisatie

In de eerste plaats worden nu achtereenvolgens een aantal argumenten en mogelijkheden behandeld, welke geleid hebben tot de invoering van de miniatuurtechniek. Er wordt nadrukkelijk op gewezen dat alle overwegingen betrekking hebben op transistorapparaten. De apparaten met buizen worden buiten beschouwing gelaten, omdat de afmetingen van de buizen en de benodigde hoge spanningen daar een wezenlijke miniaturisatie in de weg staan.

1. De kleinere apparaten kunnen door hun afmetingen uitsluitend in een of andere vorm van miniatuurtechniek worden gemaakt.
2. In het geval het elektrische deel van de grotere apparaten voorzien zou kunnen worden van miniatuurtechniek, zou in de beschikbare ruimte een betere specificatie gerealiseerd kunnen worden.

   Hierbij wordt in het bijzonder gedacht aan ingebouwde antennes, waardoor de signaal/ruisverhouding en de gevoeligheid van de apparaten verbeterd wordt. Verder kan er meer

ruimte voor de batterijen ter beschikking staan. Er zou ook meer ruimte ter beschikking kunnen worden gesteld om de akoestiek te verbeteren, of om een grotere luidspreker toe te passen. Uiteraard kan er ook gedacht worden aan speciale commerciële wensen, zoals bijvoorbeeld een opbergruimte voor een oortelefoon met het daarbij behorende snoer.

3. Een aantal miniatuuronderdelen is principieel goedkoper. Doordat deze onderdelen kleiner zijn, zijn vaak de gereedschappen en de machines waarmede zij gemaakt worden kleiner dan bij grotere onderdelen. In veel gevallen gaat dit gepaard met een overeenkomstige kostenbesparing. Een consequentie zou dan kunnen zijn dat een ruimtelijk beperkt en relatief goedkoop machinepark de mechanisatie in de hand werkt. Er is vanzelfsprekend reeds een aanzienlijke besparing op de materiaalkosten, waardoor soms als alternatief kan worden gesteld duurdere materialen met betere eigenschappen te kiezen.

In het Radio-apparatenlaboratorium is de ontwikkeling van de apparaten met miniatuurtechniek gestart met de bestaande onderdelen. Er worden nu onderdelen gevraagd die in het systeem van de miniatuurtechniek passen.

Als reeds ontwikkelde nieuwe onderdelen kunnen genoemd worden: de schakelaar, de spoelen en het paneel.

4. Het vierde argument is specifiek voor de steeds weerkerende apparatenprogramma's. Bij apparaten, waarin de conventionele printmethode en de conventionele onderdelen worden toegepast, varieert de grootte van het paneel sterk met de elektrische specificatie, de kastkeuze en de mechanische opbouw. Bij de apparaten met miniatuurtechniek geldt dit veel minder en kunnen opeenvolgende ontwikkelingen meer overeenkomst hebben en daardoor tot optimale kwaliteit leiden.

5. Bij de grotere apparaten kan er meer ruimte ter beschikking staan voor de mechanische constructie. Daardoor is een logischer en overzichtelijker geheel mogelijk. Dit laatste kan van bijzonder belang zijn voor de fabricage.

Het lijkt er voor het overige op dat de ruimte, die door toepassing van de miniatuurtechniek is vrijgekomen, al meerdere malen verbruikt is.

Uiteraard kan de beschikbare ruimte slechts eenmaal worden besteed; het compromis is gunstiger geworden.

6. Het systeem van de miniatuurtechniek is zodanig opgezet

dat handmontage en gemechaniseerde montage beide mogelijk zijn. Dit is voorPhilips in het bijzonder van belang in verband met de internationale diversiteit in produktiemethoden.

7. Buiten het onderwerp, dat de zogenaamde „entertainment"-sector betreft, dient ook vermeld te worden dat in de professionele sector de miniaturisatie van „units" voordelen kan bieden.

3. Elektrische aspecten van de miniaturisatie

Ten aanzien van de elektrische aspecten dringt de vraag naar voren of de optimaal toegelaten versterking bij toepassing van miniatuurtechniek kleiner dient te worden, omdat de ingang en de uitgang van de versterkers ruimtelijk dichter bij elkaar zijn gekomen.

Bij de capacitieve terugwerking kan worden opgemerkt dat in eerste instantie de capaciteit tussen twee geleiders wordt bepaald door de grootte van de naar elkaar toegekeerde oppervlakken van de geleiders en de onderlinge afstand daarvan.

$$C :: \frac{O}{d} .$$

Uit deze betrekking kan worden geconcludeerd dat bij een verkleining van de afmetingen de teller kwadratisch en de noemer lineair afneemt met de verkleiningsfactor. Hieruit volgt dat de capaciteit lineair afneemt met de verkleiningsfactor. Dit houdt in het algemeen in dat de capacitieve terugwerking bij miniatuurapparaten kleiner is geworden, want alle afmetingen op het paneel met het koperpatroon en de onderdelen zijn nagenoeg met dezelfde factor gereduceerd.

Bij inductieve terugwerking is de coëfficiënt van wederzijdse inductie in eerste benadering evenredig met elk van de flux omvattende oppervlakken en omgekeerd evenredig met de derde macht van de afstand tussen deze oppervlakken.

$$M :: \frac{O_1 \, O_2}{R^3}$$

De derde macht in de noemer duidt op het feit dat de veldsterkte van een spoel omgekeerd evenredig met de derde macht van de afstand afneemt. Worden alle afmetingen van de oppervlakken O_1 en O_2 en de afstand R met een bepaalde verkleiningsfactor gereduceerd, dan wordt de coëfficiënt van wederzijdse

inductie eveneens met deze verkleiningsfactor gereduceerd. De wederzijdse inductieve koppelingen op het paneel, waarop zich de bedrading en de onderdelen bevinden, zullen daarom kleiner zijn dan bij een paneel met conventionele gedrukte bedrading. Bij de kleinste categorie apparaten is de inductieve terugwerking zeker kleiner geworden. Maar bij toepassing van miniatuurtechniek in grotere apparaten kunnen zich andere omstandigheden voordoen. Zo is het bijvoorbeeld mogelijk dat één van de lussen met oppervlakte O_1 of O_2 van een ingebouwde magnetische antenne is. Deze antenne wordt vanzelfsprekend nooit verkleind, maar in tegenstelling daarmee, juist zo groot mogelijk gekozen. Dit houdt in dat de coëfficiënt van wederzijdse inductie groter kan worden indien de afmetingen van de andere lus en de afstand R verkleind worden.

Bij het begin van de ontwikkeling van de miniatuurapparaten heeft deze omstandigheid parten gespeeld ten aanzien van het optreden van onstabiliteiten in het langegolf-bereik en de terugwerking van harmonischen van de middenfrequentie.

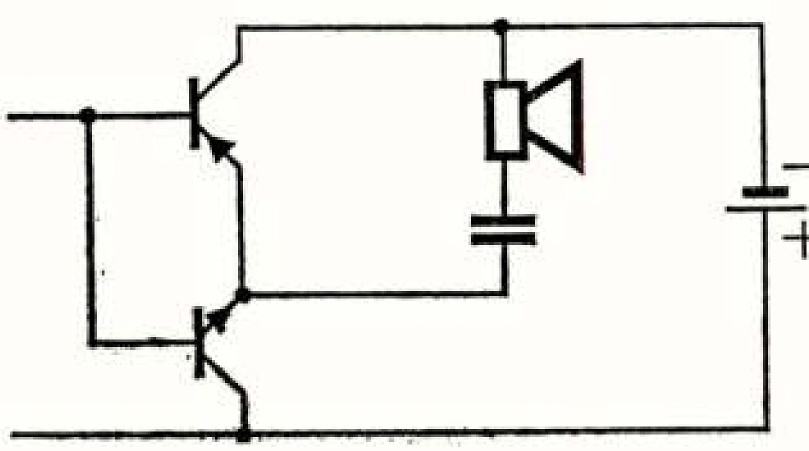


Fig. 1
Functioneel schema van een complementaire eindversterker.

Een ander aspect van miniatuurapparaten is dat de relatief grote transformatoren minder prettig in dit systeem passen. Dit geldt eveneens voor de elektrolytische condensatoren. Gelukkig zijn er transformatorloze schakelingen met complementaire transistoren van de types *npn* en *pnp*; zie fig. 1.

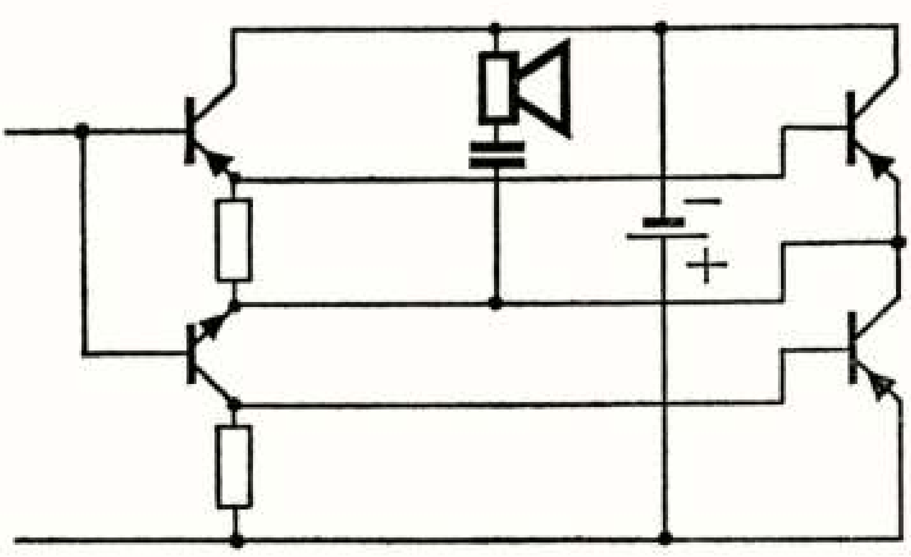


Fig. 2
Functioneel schema van een complementaire stuurtrap en een single-ended balanseindversterker

Met deze versterkers kunnen momenteel uitgangsvermogens gerealiseerd worden van 200 tot 300 mW, afhankelijk van de beschikbare batterijspanning van 6 tot 9 V. Voor grotere vermogens kan nog een gewone „single-ended" schakeling in cascade worden geschakeld; zie fig. 2.

Karakteristiek voor de complementaire schakeling is dat de bases van de transistoren vanuit één punt worden gestuurd; bij de „single-ended" schakeling krijgen de bases van de transistoren spanningen die 180^0 in fase verschoven zijn. Verder is nog van belang dat de transformatoren in de laagfrequentschakelingen groeien met het elektrisch uitgangsvermogen, terwijl een dergelijk groeieffect ontbreekt bij schakelingen met complementaire transistoren.

4. Constructieve aspecten

Er volgt hierna een vergelijking van twee radio-apparaten. Het ene apparaat is ontwikkeld in het Philips laboratorium te Wenen; het is uitgevoerd in conventionele printtechniek en heeft het typenummer L3W11T. Dit apparaat heeft een relatief grote ingebouwde antenne, een grote luidspreker en grote batterijen.

Het andere apparaat is een recent op de markt verschenen zakradio van uiterst geringe afmetingen, ontwikkeld volgens de bestaande mogelijkheden van de miniatuurtechniek. Het typenummer is L1W22T. De ruimten die hier ter beschikking staan voor de ingebouwde antenne, de luidspreker en de batterij zijn uiteraard overeenkomstig kleiner.

De apparaten hebben dezelfde golfbereiken: langegolf, middengolf en de f.m.-band. De kastafmetingen van het ene apparaat zijn tweemaal zo groot als die van het andere apparaat.

Het is beslist onmogelijk het kleinste apparaat te maken met de techniek van het grootste apparaat. Beide apparaten zijn in hun techniek zo compact mogelijk geconstrueerd.

Het volgende overzicht geeft wat er alzo in deze apparaten te vinden is.

	L1W22T	L3W11T
soldeerplaatsen	260	300
meetvlakken	36	36
weerstanden	30	38
condensatoren	31	37
variabele condensator	1 (incl. 4 trimmers)	1
trimmers (los)	-	4
transistoren	8	8
diodes	3	5
potentiometers	1	1
spoelen in bus	9	10

	L1W22T	L3W11T
luchtspoelen	6	5
golflengteschakelaar	1	1
aan - uit schakelaar	1	1
telefoonaansl. met ingebouwde schakelaar	1	1
luidspreker	1	1
batterijen	1 x PP3 (9 V)	6 x U11 (9 V)
auto-antenne aansluiting	-	1
transformatoren	-	1

Het apparaat L1W22T heeft een complementaire uitgangstrap; het apparaat L3W11T een stuurtransformator en een „single-ended" uitgangstrap. De L3W11T heeft twee diodes meer; deze zijn bij de L1W22T niet noodzakelijk vanwege de kleinere ingebouwde magnetische antenne en een kleinere sprietantenne voor de f.m.-ontvangst.

Fig. 3 toont een deel van een groot tafel-transistorapparaat. In dit apparaat met conventionele bedrading zijn de buizen als het ware vervangen door transistoren,

Fig. 4 geeft de eerste Philips zakradio, eveneens met conventionele bedrading, waarbij de bedrading is aangebracht op een hardpapieren plaat en niet als in fig. 3 op een metalen chassis.

Fig. 5 en fig. 6 geven een indruk van een eenbereiks-(middengolf) zakradio in miniatuurtechniek. In dit apparaat wordt een complementaire eindtrap toegepast.

De figuren 7, 8 en 9 tenslotte geven een inzicht in de opbouw van de driebereiks zakradio L1W22T. Figuur 8 geeft hierbij een algemeen overzicht, terwijl figuur 10 als detail de schakelaar geeft en figuur 11 de complementaire eindtrap.

Samenvattend is uit het voorafgaande overzicht naar voren gekomen dat, behalve een vèrgaande graad van verkleining van radio-apparaten, de miniatuurtechniek meer commerciële mogelijkheden, een grotere efficiency voor fabricage en lagere kostprijzen ten gevolge kan hebben.

Uit elektrische aspecten kan worden afgeleid, dat de capacitieve terugwerking kleiner is geworden, terwijl de inductieve terugwerking soms de aandacht blijft vragen. Indien mogelijk zullen er transformatorloze schakelingen worden toegepast.

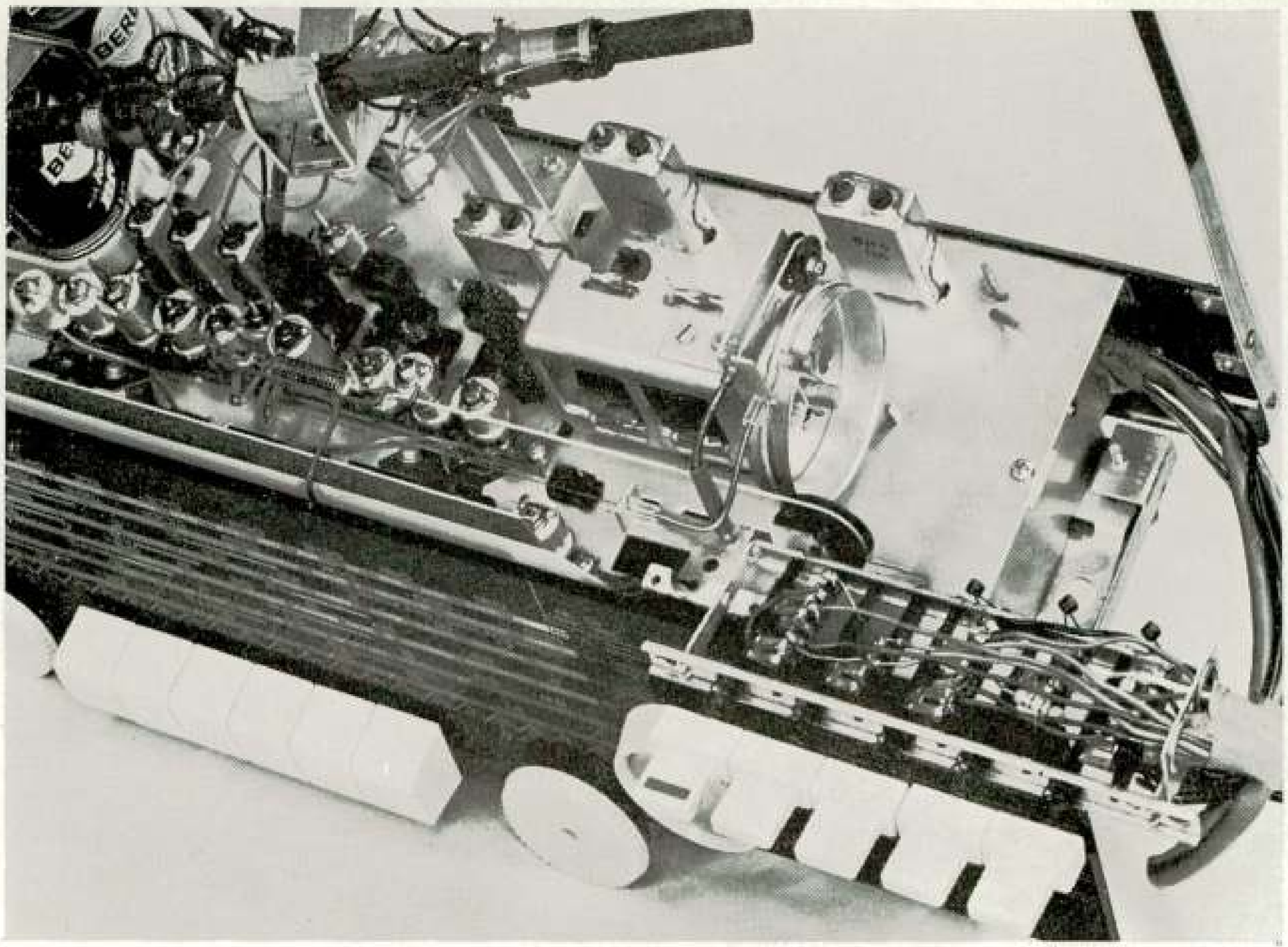


Fig. 3

Tafeltransistorapparaat

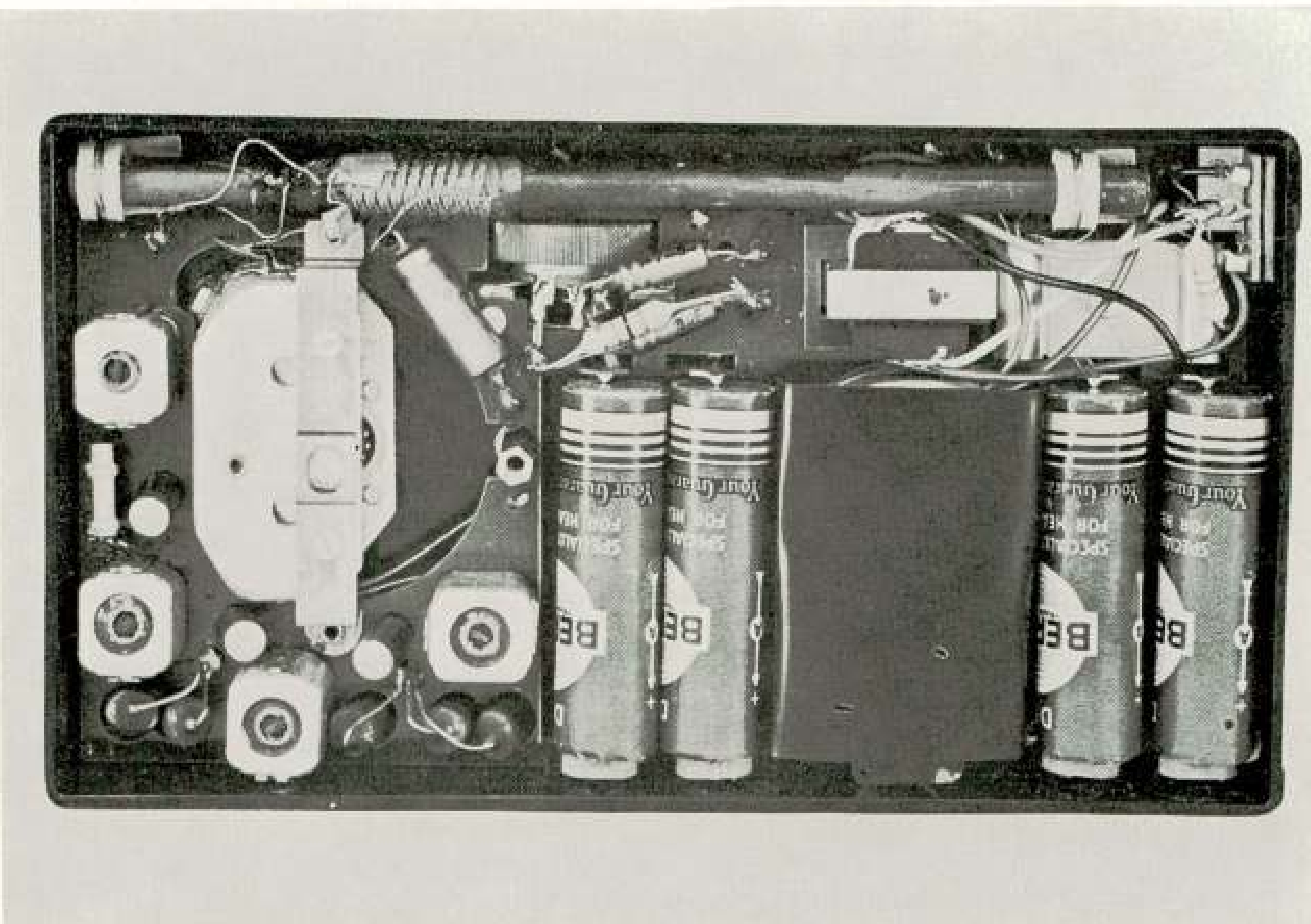


Fig. 4

Eerste Philips zakradio



Fig. 5
Eénbereiks-zakradio in miniatuurtechniek

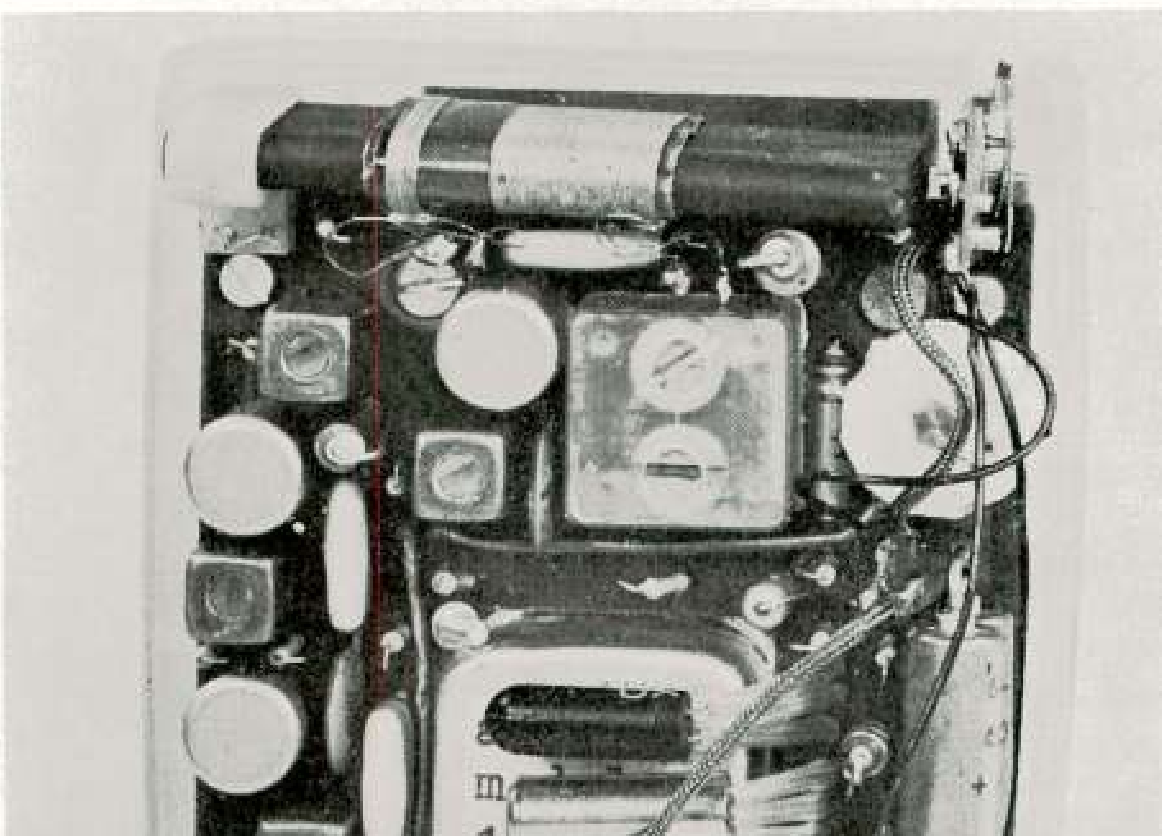


Fig. 6
Opbouw van zakradio uit fig. 5



Fig. 7
De zakradio L 1 W 22 T

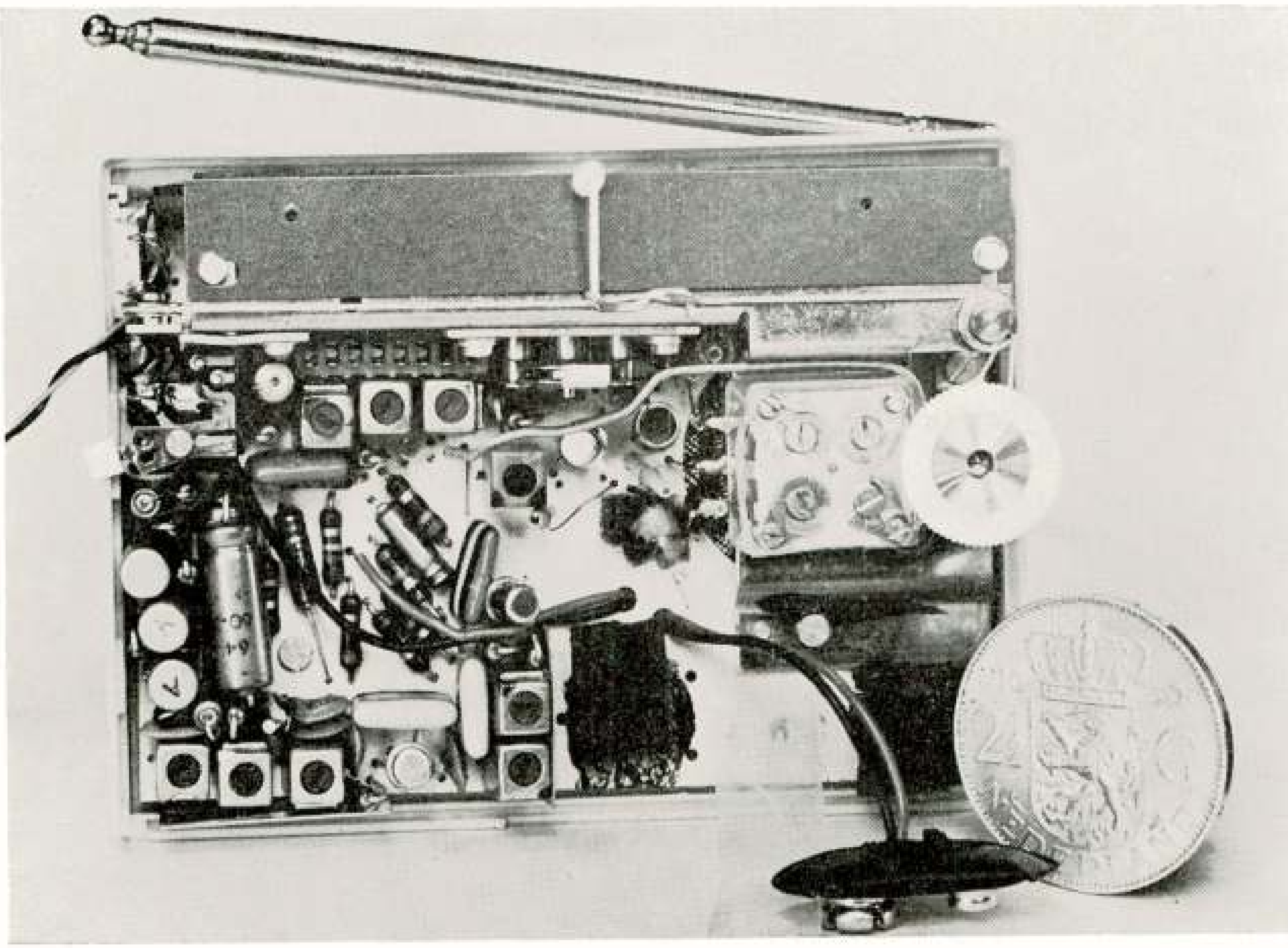


Fig. 8
Opbouw L I W 22 T

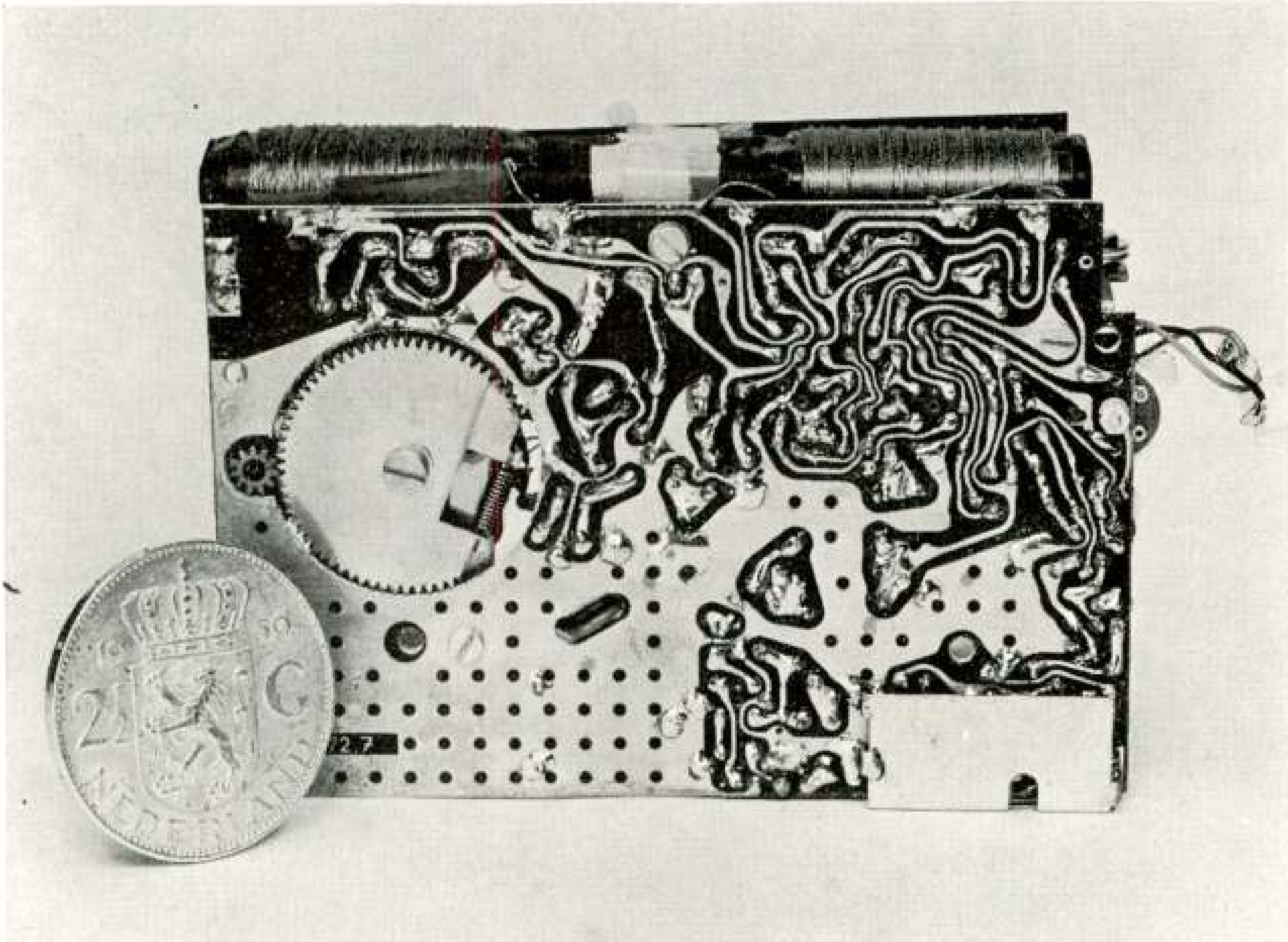


Fig. 9
Opbouw printzijde L 1 W 22 T

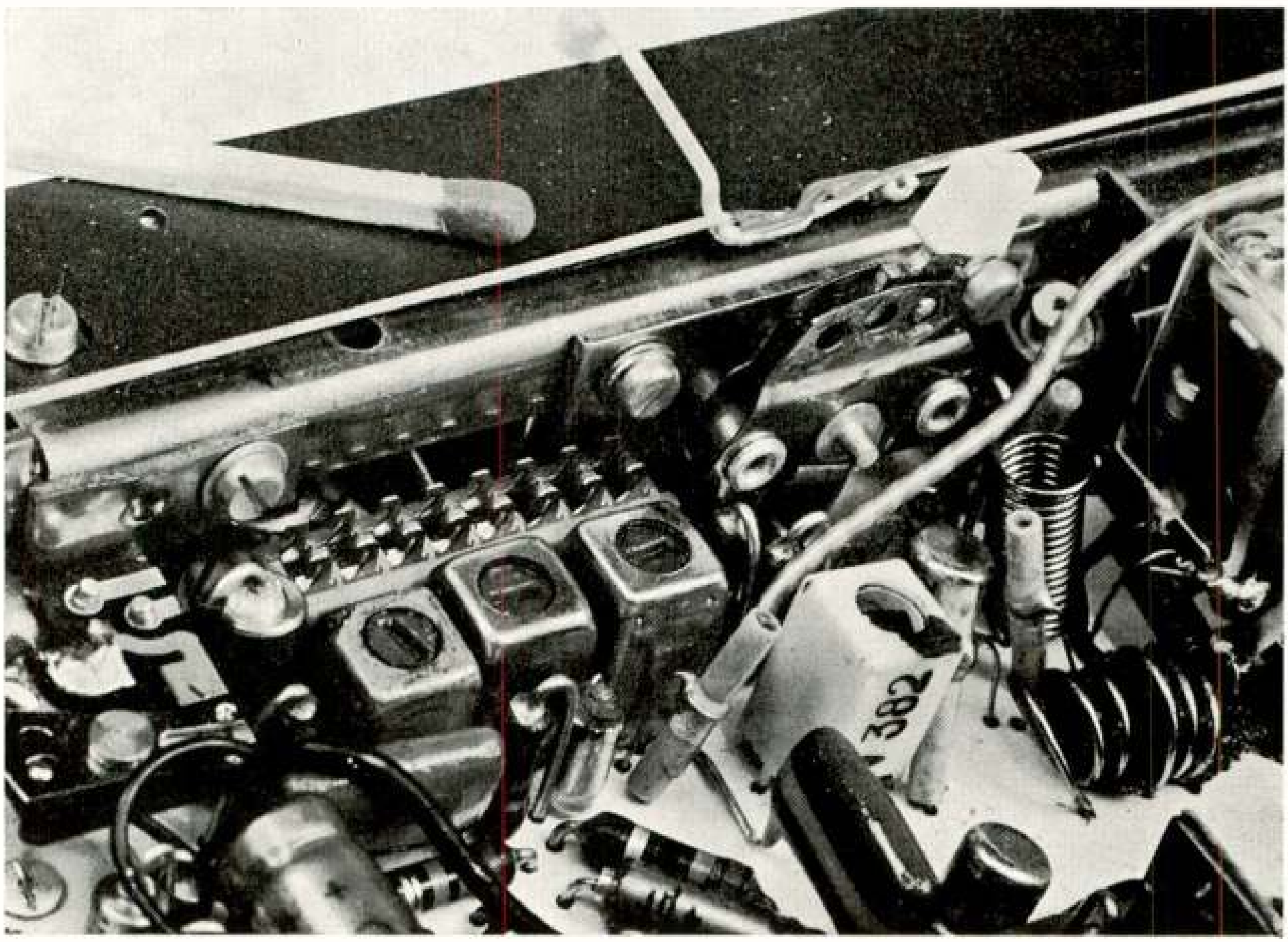


Fig. 10
Detail schakelaar L 1 W 22 T

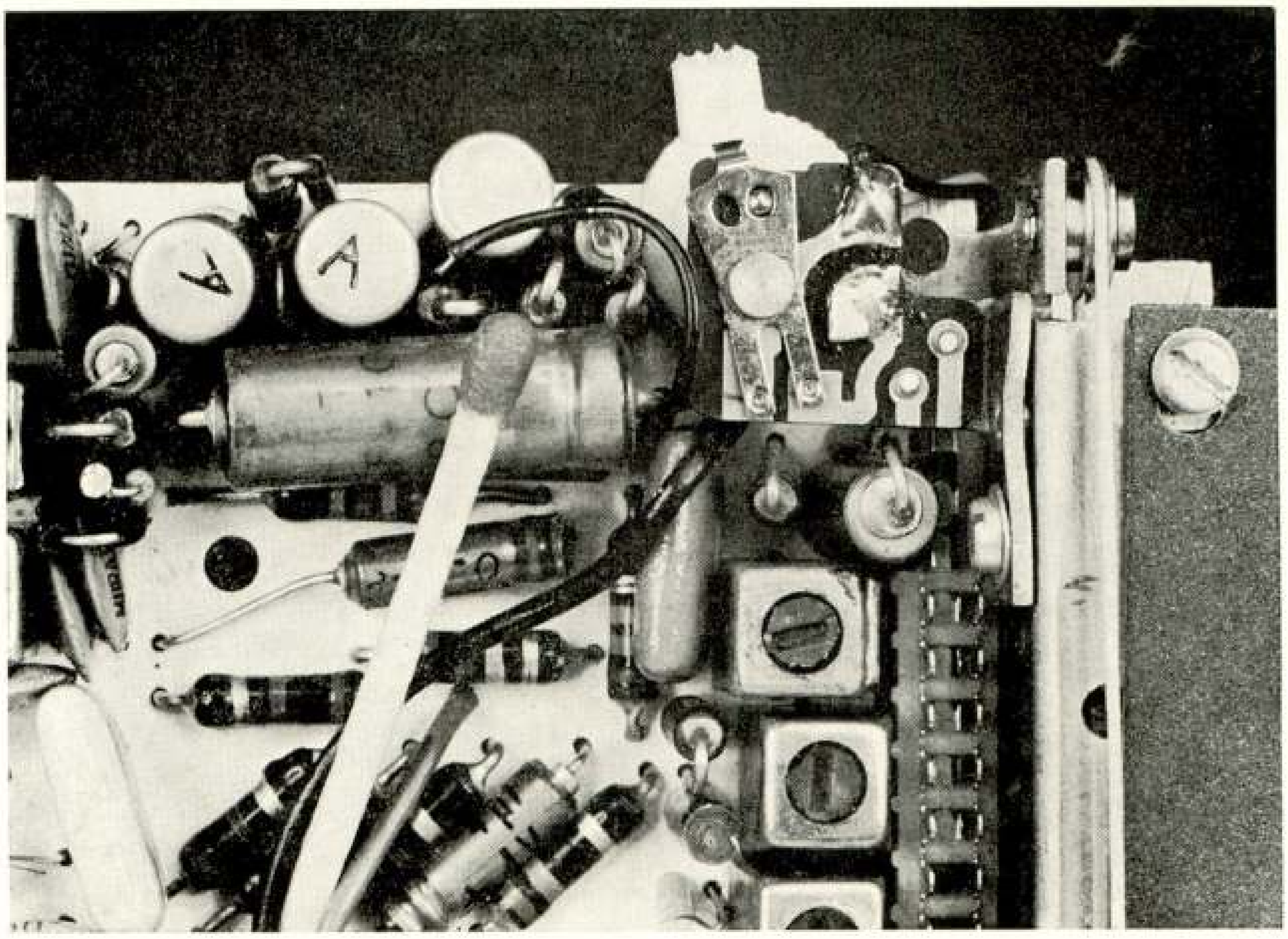


Fig. 11
Detail eindtrap L 1 W 22 T

Manuscript ontvangen 4 december 1962.

Fabricage-aspecten ten behoeve van miniaturisatie

door H. Haverkorn van Rijsewijk *)

Voordracht gehouden voor het Nederlands Radiogenootschap op 15 oktober 1962.

Summary

The evolution of set design, component design and assembly methods of electronic apparatus in the entertainment sector is examined. In particular the smaller electric components and the interconnecting wiring is discussed.

Metal frames and later printed wiring boards were used in sets using tubes. Mechanization of assembly became possible only on p.w. boards.

Transistor circuits made very small constructions possible. A system using miniature p.w. boards and standardized components for transistor circuits is presented, which is both compact easy to assemble and able to absorb future developments such as integrated circuits.

The miniature p.w. board, the component shape and size and the assembly methods are discussed in detail.

1. Inleiding

We zullen slechts spreken over de montage van kleine onderdelen in radio-, grammofoon- en televisie-apparaten, er wordt dus gezwegen over luidspreker, beeldbuis, kanalenkiezers, bedienings- en aandrijf-organen, over het aanbrengen van dit alles in de kast van het apparaat en ook over het verpakken van het apparaat.

De kleinere onderdelen met draden, als weerstand en condensator, werden voor-, in- en korte tijd na de oorlog bevestigd en gesoldeerd aan contactlippen in isolerende stroken. Deze stroken en de iets zwaardere onderdelen zoals buishouder, spoel, transformator en variabele condensator werden in een metalen frame geschroefd dat daarna als geheel in de kast bevestigd werd.

---

*) N.V. Philips' Gloeilampenfabrieken, Bedrijfsmechanisatie.

De montage-handelingen van vasthechten met een tang en solderen verschilden van onderdeel tot onderdeel. De plaats ervan verschilde van apparaat tot apparaat. Mechanisatie moest zich dus wel beperken tot eenvoudige gereedschappen als soldeerbout, luchtschroevendraaier, felspen en montagemal.

Zelfs zorgvuldige werkvoorbereiding en training van het personeel konden de efficiency niet ver voorbij die van de radio-amateur brengen.

Men zou dit de conventionele bouwwijze kunnen noemen.

2. **Gedrukte bedrading**

De komst van gedrukte bedrading bracht wijdere mogelijkheden. De aandacht viel aanvankelijk vooral op het paneel zelf. Soldeerbaarheid en afpelkracht, chemische en elektrische eigenschappen van hardpapier werden bestudeerd. Maar tevens werd er al direct de sleutel tot besparingen door mechanisatie in herkend.

Het paneel werd in grove trekken nationaal, verdergaand binnen Philips en nog verdergaand in de Hoofdindustriegroep-R.G.T. genormaliseerd. Referentiesysteem, raster, rastergat, materiaaldikte en soort alsmede de maximale afmetingen werden vastgelegd. (fig. 1.)

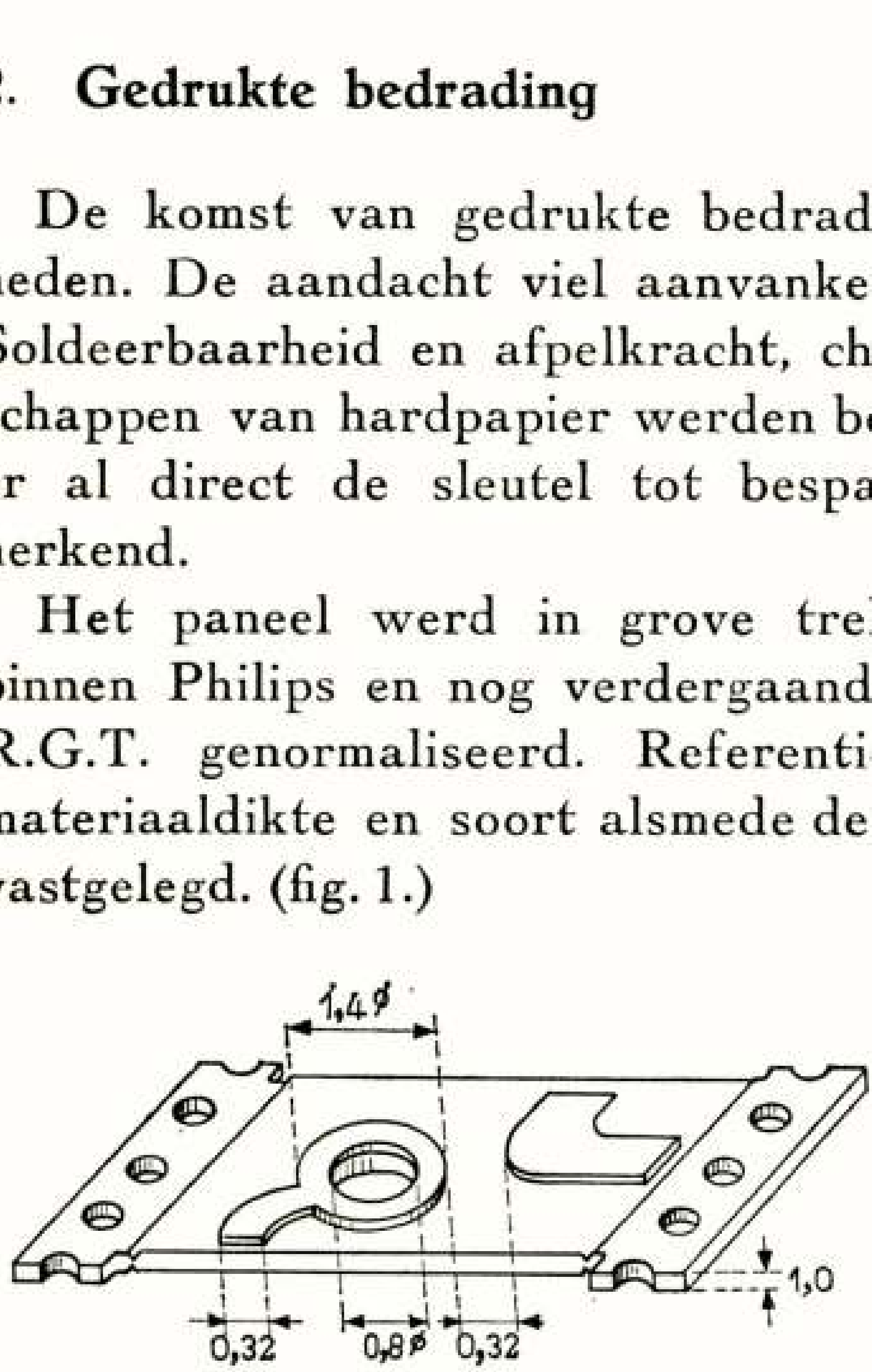


Fig. 1

Paneel met rastereenheid $\varepsilon = \frac{e}{4} = 0{,}635$ mm

De montage van onderdelen op een gedrukte-bedrading-paneel bestaat bij deze bouwwijze in principe uit de volgende handelingen:

Eerst worden de draden of contactlippen van het onderdeel in de betreffende gaten van het paneel gestoken. Soms is hiervoor een voorbereidende bewerking nodig, met name voor onderdelen die uit de vorige montagetechniek stammen.

Dan worden de onderdelen mechanisch bevestigd aan het paneel door buigen van de contactlippen of draden. In het laatste geval moeten de draden eerst nog op maat geknipt worden. Tenslotte worden de onderdelen elektrisch met de bedrading op het paneel verbonden door solderen.

Voor elk van deze montagehandelingen werden meerdere gra-

den van mechanisatie gevonden en gerealiseerd, ieder passend bij plaatselijke mogelijkheden en ambities.

Het insteken van onderdelen kan met de hand gedaan worden, maar ook gemechaniseerd op een zogenaamde montagestraat, die in wezen meer van een rondweg heeft.

De in mallen gevangen panelen passeren bij elke rondgang een reeks montagekoppen die aan ieder van hen één enkel onderdeel toedient, d.w.z. insteekt, eventueel knipt en vastbuigt. Na iedere rondgang worden de koppen in enkele seconden naar nieuwe reeds vooraf gekozen plaatsen verschoven en van een nieuwe voorraad andersoortige onderdelen voorzien. Wanneer de panelen tenslotte uit de mallen worden losgelaten, bevatten zij elk enkele malen meer onderdelen dan er inzetkoppen aanwezig zijn.

Elders bestaan montagestraten waar de panelen slechts éénmaal doorstromen. De koppen behoeven niet snel omstelbaar te zijn van plaats, onderdeel-soort en montagerichting, maar er moeten evenveel koppen aan de straat als onderdelen op het paneel zijn.

Een tweede Philips mechanisatie werd gedoopt als slagmontagemachine. Wij noemen haar evenwel klapklauw. Deze inzetkoppen zijn eenvoudig van constructie, maar daardoor ook veel minder snel omstelbaar. Een nieuwe montageplaats kan niet gekozen worden, terwijl op de vorige nog gewerkt wordt. Een tiental van deze koppen kan op een tafel bevestigd om een paneel geschaard worden, waarna 10 onderdelen tegelijkertijd kunnen worden gemonteerd. Hierna wordt het paneel met de hand naar de volgende tafel doorgegeven. Op deze wijze werkend moet men dus één montagekop per onderdeel op het paneel ter beschikking stellen.

Na het insteken van het onderdeel in het paneel volgt de tweede montagehandeling, het bevestigen door buigen van de lippen of draaduiteinden onder het paneel. Dit kan nodig zijn voor het mechanisch ontlasten van de soldeerverbinding, maar ook wel voor het verkrijgen van een goed resultaat bij dompelsolderen, afgezien van de sterkte. Het buigen en knippen wordt als nevenarbeid gedaan door de montagelijn of de klapklauw. Het kan behalve met een handtang ook gemechaniseerd met behulp van universele buigmachine of knipbuigmachine gedaan worden.

Deze laatste machines buigen zonder omstelling iedere uitloper tegen het paneel wanneer die maar op een rasterpunt uit het

paneel steekt. De machines kunnen dus alleen universeel zijn dank zij het gebruik van een raster in het ontwerp van het paneel.

Voor de derde montagehandeling, het solderen, kan behalve de soldeerbout ook een handdompelbad of een dompelsoldeermachine toegepast worden. In het laatste geval worden alle lassen tegelijk gelegd, hetgeen wel de belangrijkste besparing is die door gedrukte bedrading mogelijk werd.

Voor de keuze van de gewenste mechanisatiegraad en -methode gelden overwegingen van totaal-serie en typen-aantal, rentabiliteit en financiering, technische en technologische veroudering.

Bij mechanisatie van deze bouwwijze gelden voor de onderdelen nu strengere eisen van vorm- en maatvastheid, soldeerbaarheid en bestandheid tegen een warmte-stoot, dan voor de conventionele bouwwijze ooit gegolden hebben.

Aanvankelijk werd hieraan ook zelden voldaan.

Voor de aanpassing van reeds bestaande onderdelen werden eenvoudige voorbereidingsmachines gerealiseerd. Anderzijds werden verbeterde onderdelen uitgebracht.

Tenslotte bood het paneel de mogelijkheid alle elektrische aansluitingen voor het afregelen en meten snel en foutloos tot stand te brengen door een onderleg-plaat met verende elektrische contactpennen tegen de prentzijde van het paneel te drukken.

Enkele jaren geleden kregen we de tijd deze montagetechniek te vervolmaken en in te voeren. Toen deden transistorschakelingen hun intrede. De kleine spanningen en geringe vermogens hierbij maakten in principe zeer kleine afmetingen mogelijk, zowel van onderdeel als van schakeling als geheel.

3. Miniaturisatie

Door deze nieuwe mogelijkheden uitgedaagd en door concurrentie in de zakradio-sector tot spoed gemaand, werd verkleining der radio-apparaten ter hand genomen. Dit geldt vooral voor het paneel met zijn onderdelen, het onderwerp van deze bespreking.

De bestaande onderdelen met axiale draden werden hierbij rechtop geplaatst op de bestaande panelen, terwijl ook een reeks speciale kleinere onderdelen hiervoor volgde. De verkleining die hiermee optrad voldeed helaas slechts zeer gedeel-

telijk aan de behoefte, terwijl de mechanisatie-mogelijkheid, die aan het bestaan van gedrukte bedrading zijn zin verleende, grotendeels verviel.

De rechtop staande onderdelen konden in de gaten van het paneel bevestigd worden door aan de draaduiteinden kleine verende pijlpunten te bevestigen die in de paneelgaten vastklemden. (fig. 2).

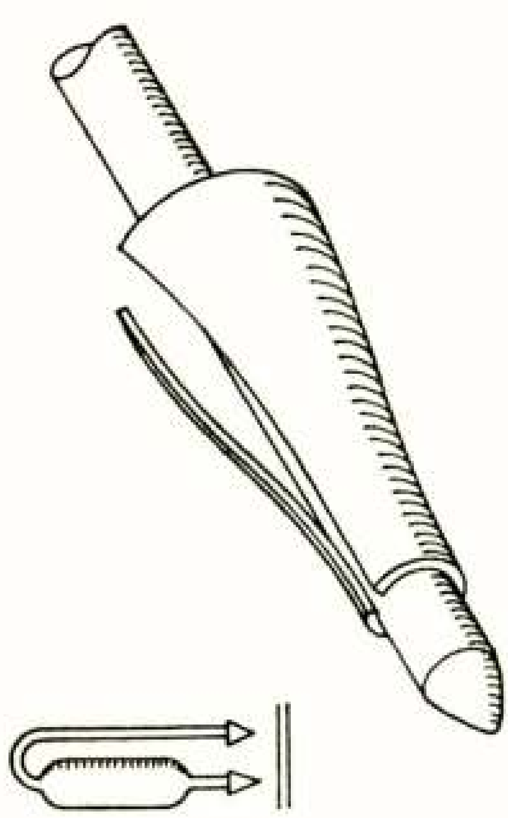


Fig. 2
Montage met z.g. „wigjes"

De mogelijkheid tot dompelsolderen bleef daarmee wel behouden, maar het offer was in sommige gevallen groter dan de winst. In dat geval bleef handwerk als enige rendabele mogelijkheid over. Het is in deze sfeer dat een nieuw systeem voor miniatuurbouw geboren werd.

Dit systeem bestaat niet slechts uit een reeks kleinere onderdelen, maar daarentegen uit drie delen: paneel, onderdelenspecificatie en montagetechtiek, waarvan ieder steeds volledig op de twee anderen is aangepast. Deze drie hoekstenen zijn misschien waard nader bezien te worden.

Het paneel vraagt door de fijnheid van prent en gatenpatroon, (fig. 3) door de beperkingen van de universele fabricage-gereedschappen ervoor en tenslotte ter ontlasting van de ontwerper een vergaande normalisatie van ontwerp en fabrikagemethode. Deze normalisatie lijkt slechts beperkend, maar is nodig als middel dat door de doelstelling geheiligd worde.

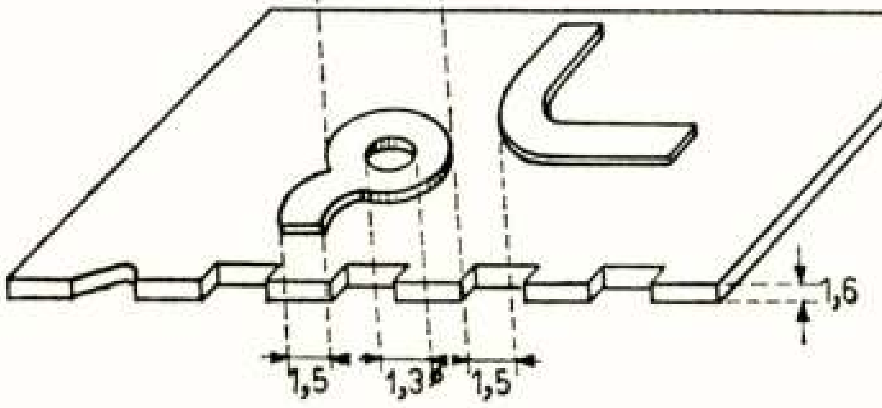


Fig. 3
Paneel met rastereenheid e = 2,54 mm.
$L \times B_{max} = 320 \times 166$ mm.

Standaardisatie van bepaalde hoofdafmetingen van het miniatuurpaneel, in zo groot mogelijk verband, is een voorwaarde voor het algemeen ter beschikking komen van geschikte goedkope miniatuuronderdelen.

Van deze onderdelen wordt gevraagd dat het volume minimaal is bij vermogen en spanningen, zoals in transistorschakelingen voorkomen. Het onderdeel moet tegen de

warmtestoot van dompelsolderen bestand zijn. Verder wordt gevraagd dat de hoogte steeds dezelfde is (voor Philips vastgelegd op 10 mm), dat de aansluitingen goed soldeerbaar zijn en in een rasteropstelling met 0,025" = 0,635 mm steek aan de onderzijde van het overigens geisoleerde lichaam staan. De verpakking dient ordelijk te zijn.

De aansluitorganen dienen zoekende en in de rastergaten van het paneel klemmende lippen te zijn, die hoogstens 1 mm onder het paneel uitsteken na montage. De constructie van geschikte lippen is tamelijk moeilijk. Op lengte knippen behoeft dan niet meer, evenals buigen, waarvoor overigens toch nauwelijks plaats is.

De montage is nu in principe even eenvoudig als het plaatsen van een steker, waarbij het paneel als meervoudige contrasteker gezien moet worden.

Draadvormige aansluitorganen zouden één voor één naar de paneelgaten geleid moeten worden, wat vooral bij onderdelen met vele aansluitingen tot een uiterst moeizame montage zou leiden. Voor tweepolige onderdelen is het verschil tussen lippen en draden het geringst. Een zeer vlotte montage is dan ook mogelijk voor twee-polers met draden, vooral wanneer de draden niet precies even lang, stevig, in de gaten zoekend, evenwijdig en op de juiste afstand in het lichaam ingeplant zijn.

Twee speciaal voor miniatuur panelen ontworpen en zelfs op andere panelen in het geheel niet bruikbare onderdelen zullen later nog worden voorgesteld, te weten de babyspoel en de miniatuur-schuifschakelaar.

In de huidige aanvangsperiode komen in miniatuurapparaten nog vele onderdelen voor die onvolledig voldoen aan de eisen van deze techniek.

Over de montage, de derde hoeksteen, werd a priori al gesteld dat handmontage, zowel als gemechaniseerde montage van verschillende graad, mogelijk moest zijn. Deze eis bepaalde gedeeltelijk de specificatie van onderdelen en paneel.

Handmontage en gemechaniseerde montage hebben blijvend hun eigen toepassingsgebied. De grens tussen beide kan verschuiven in verband met technische ontwikkeling, rentabiliteit en serie-grootte. In geen geval moet de één als opvolger van de ander worden gezien. Het doel van onze inspanning is immers niet mechanisatie, maar rationalisatie en efficiency, hoewel personeelstekort dit beeld wel eens verstoort.

De montage bestaat dus uit de handelingen: insteken van

onderdeellippen of draden in het paneel, op lengte knippen van eventuele lange draden en solderen.

Het insteken bleek zeer wel met de hand te kunnen gebeuren, vooral wanneer de gaten in het paneel beter zichtbaar gemaakt werden door middel van een witte paneel-achterkant en een opgevoerde verlichtingssterkte aan de band. Maar daarnaast werden enkele eenvoudige montagekoppen ontwikkeld voor niet geheel ideale onderdelen, die daarmee hun technische uitvoerbaarheid aantoonden. Wat betreft kosten en omvang gelijken zij op de klapklauw, wat betreft opstelling meer op de montagelijn. Het is overigens opmerkelijk, hoeveel eenvoudiger de mechanisatie van het insteken wordt naarmate het onderdeel meer het ideaal benadert.

Voor knippen met de hand werd een kleine luchtbediende tang ontworpen, maar daarnaast een montagemal met knipmachine die alle draden mechanisch tegelijk op lengte knipt.

Voor het solderen werd met enige moeite een zeer kleine, als een vulpen te hanteren soldeerbout ontwikkeld die een goed gevormde punt en precies de juiste temperatuur heeft, en houdt ook tijdens het solderen. Bij juiste verlichting, goede arm- en handondersteuning en bij toepassing van soldeer met harskern van slechts 0,5 mm dik, kan aldus in snel tempo met de hand gesoldeerd worden.

Maar daarnaast werd een soldeermachine ontwikkeld die alle lassen tegelijk legt. Bij het dompelsolderen bleken de soldeerbaarheid van de aansluitingen van de onderdelen en de wijze van prenttekenen van grote invloed op resultaat.

Omdat het buigen van lippen en draden verviel heeft de vorm van de soldeerlas grote invloed op de mechanische sterkte. Dit aspect moet steeds voor handgesoldeerde panelen afzonderlijk aan de gestelde eisen getoetst worden.

In dit systeem, dat transistoren en gedrukte bedrading veronderstelt, zijn alle graden van mechanisatie in principe weer aanwezig.

Het systeem dient niet alleen voor toepassing in zakradio's, maar ook in grotere radio- of televisieapparaten. Hiermede gaat het indirecteontwerp-voordeel gepaard met het kleinere gewicht en volume en misschien het directe voordeel van een geringere prijs van het gemonteerde paneel.

4. Slotopmerkingen

Bij toepassing in professionele apparatuur, zonodig met betere

materialen in paneel en onderdeel, zou men misschien het verder uiteengroeien van fabricagetechnieken in de toonbankartikelen en de professionele apparaten kunnen stuiten.

Zelfs het invoeren van de moderne technieken van geintegreerde onderdelen in de vorm van dunne lagen op drager-plaatjes of vaste-stofcircuits behoeft bij toepassing van miniatuurpanelen in de fabriek geen revolutie te betekenen als deze onderdelen maar de gedaante aannemen van blokjes met lippen van de gespecificeerde vorm en onderlinge stand.

Bijzonder belangrijk bij het tot standkomen van de beschreven systemen is steeds de onderlinge samenwerking van apparatenontwerper, onderdeelontwerper en apparatenfabrikant.

Manuscript ontvangen 6 december 1962.

Miniatuurspoelen

door F. H. Gusdorf *)

Voordracht gehouden voor het Nederlands Radiogenootschap op 15 oktober 1962.

Summary

This paper gives a survey of the history of miniaturization in the Philips Laboratories.

The philosophy of the construction and design of the Philips miniature coils, type C.B. is given.

The coils fit the standardized secondary IEC grid, with holes of 0,8 mm and a griddistance between holes of $1/4 \times 1/10''$.

1. Historische ontwikkeling

In de Philips' laboratoria wordt al sinds zeer lang bewust gewerkt aan het verkleinen van spoelen.

Wanneer wij terugzien naar het jaar 1930, dan vinden wij spoelen in bussen met een diameter van ca 50 mm.

De verliezen in deze spoelen waren uitsluitend de koperverliezen; van een magnetisch circuit, in welke vorm dan ook, was nog geen sprake. Pas veel later kwamen magnetische materialen ter beschikking welke als kernen in de spoelen konden worden gebruikt en waarmee het mogelijk werd met gelijkblijvende verliezen de afmetingen drastisch te verkleinen.

In 1937 waren de afmetingen teruggebracht tot bussen met een diameter van ca. 36 mm, waarbij de verliezen laag werden gehouden door het gebruik maken van magnetische materialen als kern in de spoel.

In 1940 werden deze afmetingen nogmaals verkleind door een betere benutting van de materialen.

Wij zijn dan gekomen op een diameter van 25 mm bij een hoogte van ca. 60 mm hetgeen een volume van de constructie betekent van ca 30.000 mm^3. In de oorlog werden voor het eerst op industriële basis ontwikkelingen verricht aan Ferriet. Onder

*) N.V. Philips' Gloeilampenfabrieken, Eindhoven.

het Philips Handelsmerk Ferroxcube werd later dit materiaal in verschillende soorten op de markt gebracht. Hiermede werden de poorten geopend voor de werkelijke miniaturisatie van heden. Het was nu mogelijk om niet alleen een kern aan te brengen in de spoel, doch ook een z.g. uitwendig magnetisch circuit, waardoor het magnetisch veld buiten de spoel in bepaalde geschikte banen kon worden geleid.

Weliswaar werden met poederijzerkernen vroeger ook wel uitwendige circuits gebouwd doch doordat de magnetische eigenschappen van dit materiaal het niet mogelijk maakten om de circuits zeer effectief op te bouwen waren er grenzen gesteld aan de minimale afmetingen van de constructies. Een bus welke een spoel bevat treedt in feite op als een kortgesloten secundaire winding van de transformator gevormd door de gevraagde spoel als primaire en de bus als secundaire.

Het door deze bus omvatte wisselveld doet wervelstromen in de buswand ontstaan. Deze stromen geven aanleiding tot verliezen die we terug vinden als verhoging van de verliezen van de spoel. Willen wij de afmetingen van een constructie verkleinen dan is het gewenst dat het door de spoelbus omvatte veld zo klein mogelijk wordt gemaakt. Dit wordt verkregen door de spoel in te bouwen in een meer gesloten magnetisch circuit.

De eerste werkelijke miniaturisatie rekenen wij te beginnen bij de intrede van de z.g. microspoel welke rond 1950 voor het eerst in fabricage kwam. Het uitwendig magnetisch circuit was nog niet eens geheel gesloten en om technologisch tot eenvoudige dingen te komen werd het magnetisch materiaal in de vorm van staafjes rond de spoelen geplaatst. Dit brengt met zich mee een relatief grote bouwlengte.

Deze spoelen zijn ondergebracht in vierkante bussen van $12 \times 12 \times 30$, = bijna 5000 mm^2 hetgeen een enorme verkleining is ten opzichte van wat vroeger geschiedde.

De automatisering van de montage van het radio- en televisie-apparaat bracht als nieuwe fase de gedrukte bedrading.

2. Moderne ontwikkeling

In deze nieuwe fase worden aan de onderdelen nieuwe eisen opgelegd. De onderdelen moeten zonder meer met hun aansluitingen gestoken kunnen worden in gaatjes van een paneel. Deze gaatjes werden op gestandaardiseerde afstanden gebracht. Door

de technologische mogelijkheden zijn minimale afstanden tussen aansluitpunten bepaald. Met de huidige miniaturisatie voor ogen, waren deze afstanden nog vrij groot en was het, met het oog op het maximum aantal contacten van een onderdeel naar buiten, niet goed mogelijk om een spoelconstructie te brengen, waarvan de grondvlakafmetingen kleiner zouden zijn dan 12×12 mm².

Eerst het gebruik van de miniatuur-gedrukte-bedradingtechniek maakt het mogelijk om spoelconstructies te ontwerpen welke belangrijk kleiner zijn dan de reeds genoemde.

Deze miniatuurspoelen beslaan op het bedrukte paneel een oppervlak van ca 6×6 mm² en hebben een bouwhoogte boven dit paneel van ca 10 mm (dus een inhoud van 360 mm³).

Ondanks miniaturisatie in zo vérgaande vorm is deze babyconstructie in kostprijs lager of gelijk aan haar oudere voorgangers.

Weliswaar zijn de toegepaste materialen per gewichtseenheid wezenlijk duurder dan wat voorheen werd gebruikt, doch door de verkleining van alle afmetingen zijn ook de gewichten sterk gereduceerd en men komt zo tot de waarheid: weinig × duur blijft weinig kosten.

Het is nodig, willen wij deze spoelen in massa fabriceren, om te komen tot een automatisering van de produktie omdat het aanbod van voor deze minutieuze arbeid geschikte ongeschoolde arbeidskrachten sterk beperkt is.

Komen wij tot een automatisering dan is het noodzakelijk met deze automaten alle spoelen (die aan een grote verscheidenheid van specificatie-eisen moeten voldoen) te fabriceren.

Dit betekent dat de mechanische opzet van de constructie dezelfde moet zijn. Wij zien dus mechanisch een sterk familieverband.

Aan de specificatorische verschillen moet worden voldaan door keuze van materiaal en draadsoorten, waarbij de mechanische grondvormen dezer materialen als subonderdeel aan elkaar gelijk zijn.

Constructief bestaat de baby uit een raampje van een of andere Ferroxcube-soort, een minuscuul klein spoellichaampje dat bewikkeld kan worden met draad en daarna in het raampje kan worden geplaatst; een centrale kern (stift) van Ferroxcube met eraan bevestigde schroefkop van plastic; op het raampje is aan de bovenzijde een moer van een bepaalde plastic-soort gelijmd, zodat het mogelijk is om door middel van een schroevendraaier de centrale kern in de spoel te verplaatsen.

Aan de onderzijde van het raampje is een stukje gedrukte bedrading aangebracht waarin de aansluitingpennetjes zijn bevestigd en waar de kopersporen ervoor moeten dienen dat de spoeldraadjes op de goede manier worden doorverbonden met de betreffende aansluitpennen.

Het geheel moet omsloten worden door een koperen busje, voorzien van lippen welke tevens dienst doen als klemverbindingen van het spoeltje op de printplaat in het radio- en televisieapparaat, voordat alle onderdelen door het dompel-soldeerproces elektrisch zijn aangesloten en mechanisch op hun plaats blijven.

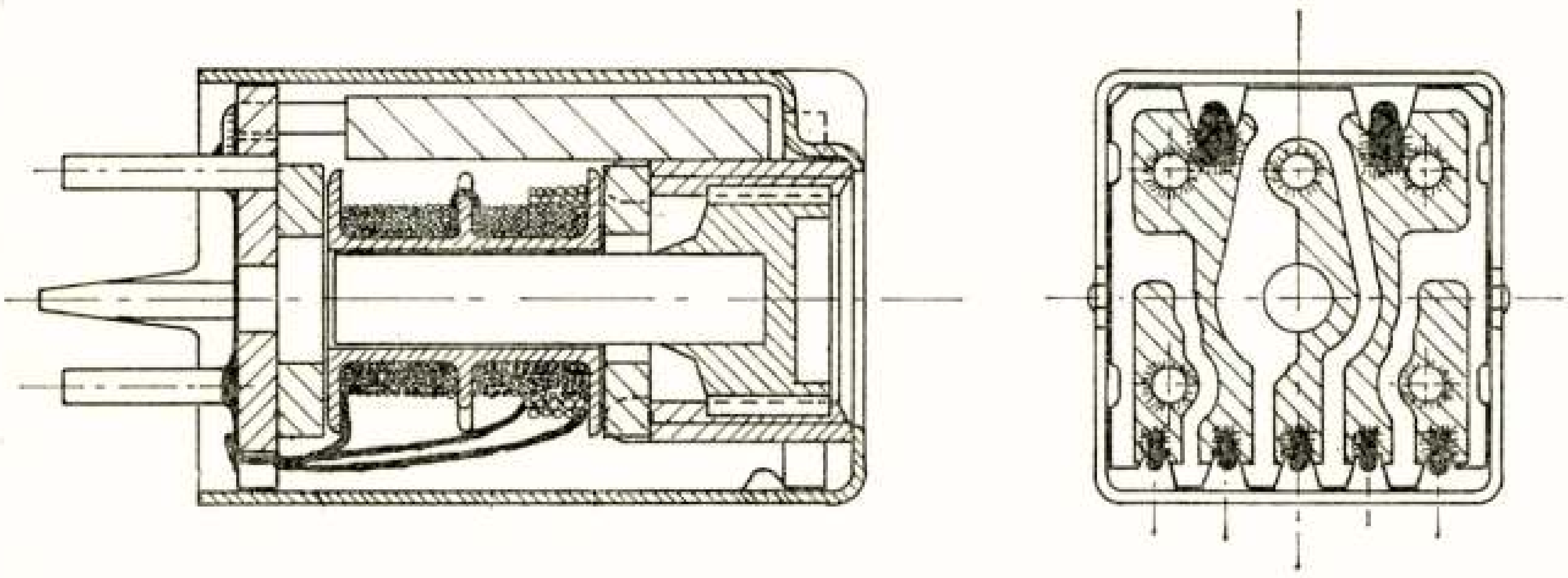


Fig. 1
Doorsnede-tekening van de Philips miniatuurspoel type C.B.

Figuur 1 geeft een doorsnede-tekening van de constructie. De spoel is duidelijk omsloten door het Ferroxcube circuit. De centrale kern met aangeperste schroefkop bevindt zich in de spoel.

Het lichaam dat wel via draadjes is aangesloten maar ogenschijnlijk niets met het geheel te maken heeft is een condensator van circa 100 pF welke parallel aan de spoel is geschakeld. Vanzelfsprekend gebeurt dit alleen bij midden-frequentkringen, die met een vaste capaciteit worden afgestemd.

Men kan uit deze tekening zeer duidelijk zien dat de draadjes die uit de spoelen komen niet direct gevoerd worden naar en vastgesoldeerd worden aan de pennen, maar op de zijkant zijn doorgesoldeerd met de sporen van de gedrukte bedrading. Deze techniek maakt het mogelijk om in het gegeven volume een automatisch produktieproces te realiseren. Door de keuze van het toegepaste magnetische materiaal, het spoellichaam en de draadsoorten zal het ons mogelijk zijn om voor alle toepassingsgebieden een daarbij behorende spoel te fabriceren.

Na dit overzicht een kort woord over de fabricagetechniek.

Op aparte met elkaar samenwerkende automaten-eenheden zullen de subeenheden gefabriceerd worden. Het verschil tussen subeenheden onderling wordt bepaald door de keuze van het soort Ferroxcube van het magnetisch circuit. Het automatenpark levert steeds mechanisch dezelfde onderdelen af. Een tweede automatenstraat gaat spoeltjes wikkelen en bouwt deze in de subeenheden, door de eerste samenwerkende machines in deze straat toegevoerd.

Manuscript ontvangen 7 november 1962.

Golflengteschakelaar voor miniatuur-gedrukte-bedrading

door J. C. Uenk *)

Voordracht gehouden voor het Nederlands Radiogenootschap op 15 oktober 1962.

Summary

This paper describes the construction and manufacturing of a slide switch for miniature printed wiring boards. This switch for low voltages (transistorcircuits) has a slide with on each side two rows of contact surfaces and a number of interconnecting leads in between them. The surfaces of the two top rows can also have interconnections across the top of the slide.

The springs are moulded in the stationary frame. They are connected to the pattern of the board by means of tags. On the topside of the switch the same springs have soldertags for the connection of wires.

The springs from the frame are photo-etched out of beryllium copper sheets. The springs remain collected in rows in the sheet. After spoon-shaping the contact places of the springs the sheets are hardened and nickel- and gold-plated. After bending the springs the sheet is sliced into rows. Two rows are placed in the mould. After moulding, the connecting strips from the rows are broken by a tool, thus separating the springs and also separating the single frames.

The slide is made from single side coppercladlaminate. After photo-etching the multiple pattern of a certain slide, the sheet is divided into strips containing 2 rows of slides. After milling 2 double V-notches in the strips, these strips are folded and glued. Then follows punching of the actuating holes and sawing.

The single slides are wedge shaped by a milling machine for easier insertion into the frame.

The springs and also the slides are only in the last stages of the manufacturing process separated from each other. They remain collected in standardised strips, rows, sheets etc. as long as possible to avoid handling of numerous different small parts.

The slide and the frame with the springs manufactured on universal tools can be made in a large number of types giving the switching possibilities needed for the circuitdesign.

---

*) Constructiegroep Radio, N.V. Philips' Gloeilampenfabrieken, Eindhoven.

1. Inleiding

Bij de overgang van conventionele bedrading — waar onderdelen hetzij op een metalen chassis geschroefd, hetzij op rekjes gesoldeerd werden — naar gedrukte bedrading moesten de meeste onderdelen aangepast of geheel gewijzigd worden.

Ook bij de golflengteschakelaar was dit het geval. Er ontstonden schakelaars die — meestal als vrij groot onderdeel — direct in het paneel met gedrukte bedrading konden worden gezet.

Bij het ontstaan van de miniatuur gedrukte bedrading gebaseerd op een rastermaat van $\varepsilon = \frac{1''}{40} = 0{,}635$ mm en een standaardgat van 0,8 mm, moest een pakket onderdelen, maar in ieder geval een aantal basisonderdelen, zoals schakelaars en spoelen, ontwikkeld worden.

2. Opbouw en gebruikte materialen

De schakelaar bestaat uit een kokervormig huis, 4,5 mm breed, inclusief veren 10,5 mm hoog. De lengte hangt af van het aantal veren dat aanwezig is. De hartafstand van de veren is $4\,\varepsilon = 2{,}54$ mm. Een schakelaar met aan iedere zijde maximaal 8 veren heeft dus een huis van $7 \times 2{,}54 + 2 \times 2 = \pm\, 21{,}5$ mm lengte. (zie fig. 1).

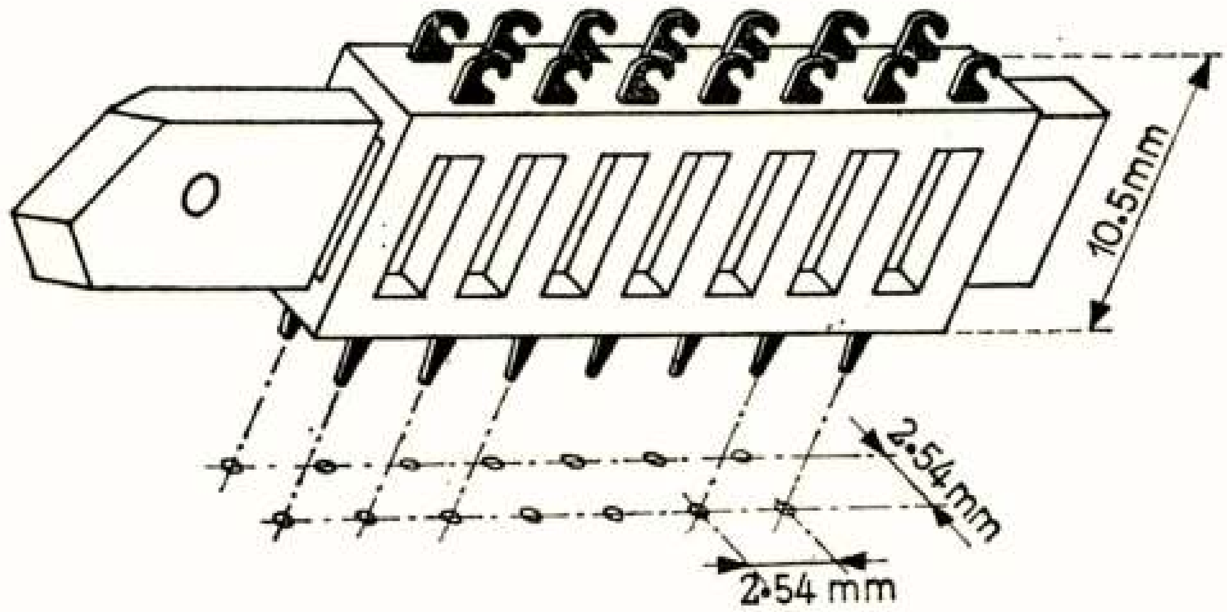


Fig. 1
Schuifschakelaar

Door dit huis schuift een gevouwen hardpapieren schuif met een doorsnede van $1{,}4 \times 6{,}3$ mm. De lengte hangt af van de lengte van het huis en van het aantal standen waarin deze schuif gezet moet worden. Deze schuif draagt aan iedere zijde

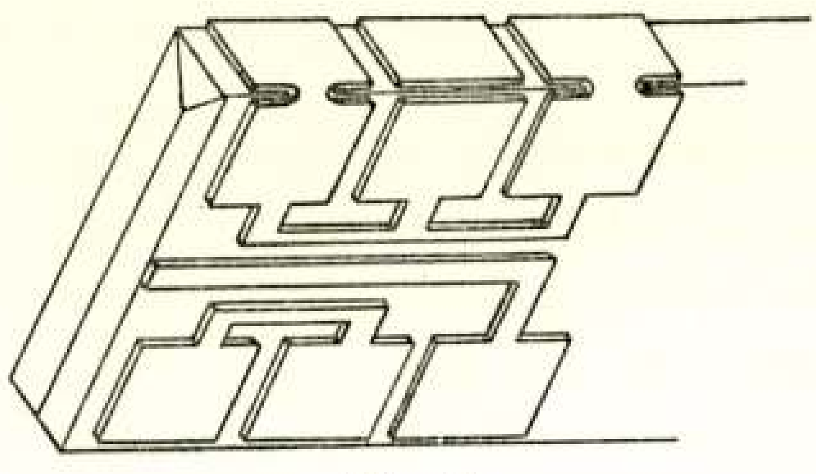


Fig. 2
Detail van de schuif

2 rijen contactvlakken die door koppelsporen verbonden kunnen zijn. Bovendien kunnen de contactvlakken van de bovenste rij over de rug van de schuif heen met de bovenste vlakjes van de andere kant van de schuif verbonden zijn. (zie fig. 2). De veren die naar keuze met de bovenste rij vlakjes of met de onderste rij vlakjes contact kunnen maken hebben meestal zowel een pootje in het paneel als een soldeerlip bovenop de schakelaar. (zie fig. 3).

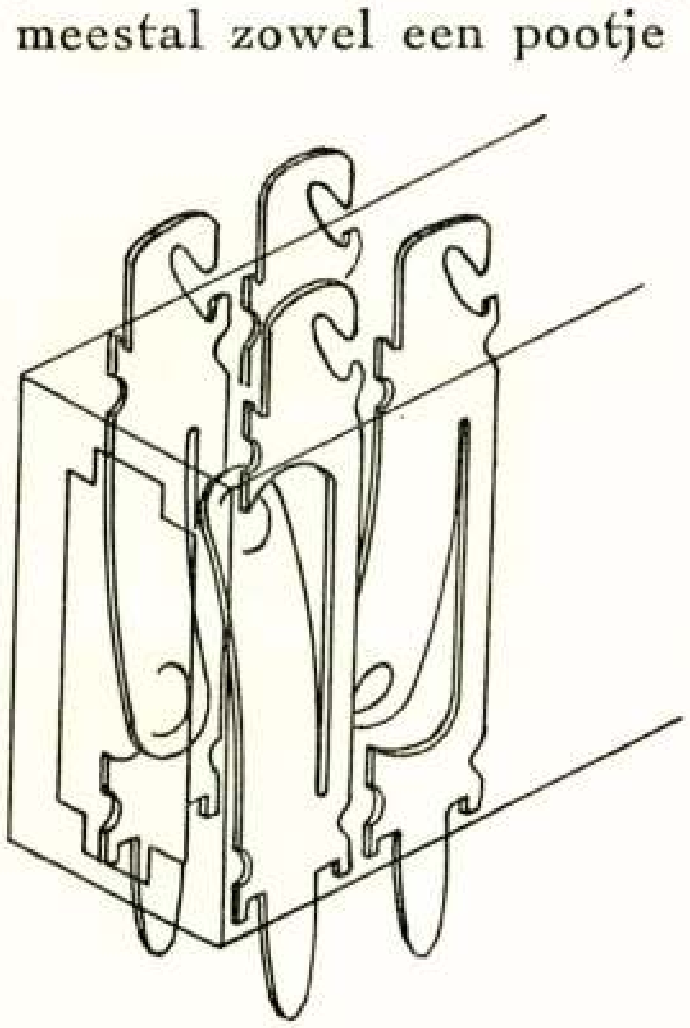


Fig. 3
Röntgenopname van het huis met de veren

In principe kan de schakelaar 4 tot en met 70 veren bevatten..

De beryllium-koper veren worden ingespoten in een polypropyleen huis. De 0,15 mm dikke veren worden na het harden vernikkeld en verguld.

De contactvlakken van de hardpapieren schuif worden na het vernikkelen eveneens van een goudlaagje voorzien.

3. Fabricage

a. *Het huis met de veren*

Uit vellen beryllium-koper van $\pm 100 \times 300$ mm worden door fotoetsen de veren uitgeëtst. De veren blijven met kleine breekrandjes in het vel vastzitten.

Deze veren zijn verzameld in 19 rijen van maximaal 35 veren. Een rij bevat meestal meer dan één schakelaar, zodat dezelfde groep veren enige malen in die rij voorkomt.

De negatieven die bij het foto-etsen worden gebruikt zijn via een aantal fotografische handelingen zoals verkleinen, multipliceren en retoucheren afgeleid van één op maatvast papier getekende moederveer.

De nu volgende gereedschappen voor het indrukken van het contactbolletje, het uitbuigen van de veren en het inspuiten zijn universeel. Per rij wordt nu het contactbolletje ingedrukt. Na

harden, vernikkelen en vergulden volgt het doorbuigen van de veren. Deze doorbuiging veroorzaakt de uiteindelijke contactdruk van het bolletje tegen de schuif. Hierna worden de rijen uit het vel losgeknipt zodat veerstrippen verkregen worden. De twee soorten strippen kunnen nu ingespoten worden. (linker veerstrippen voor de linkerzijde van de schakelaar en rechter veerstrippen voor de rechterzijde).

Na het inspuiten worden de veren van elkaar gescheiden door de randen waaraan alle veren vastzitten af te breken. Tegelijk worden hiermee de schakelaarhuizen van elkaar gescheiden. (zie fig. 4).

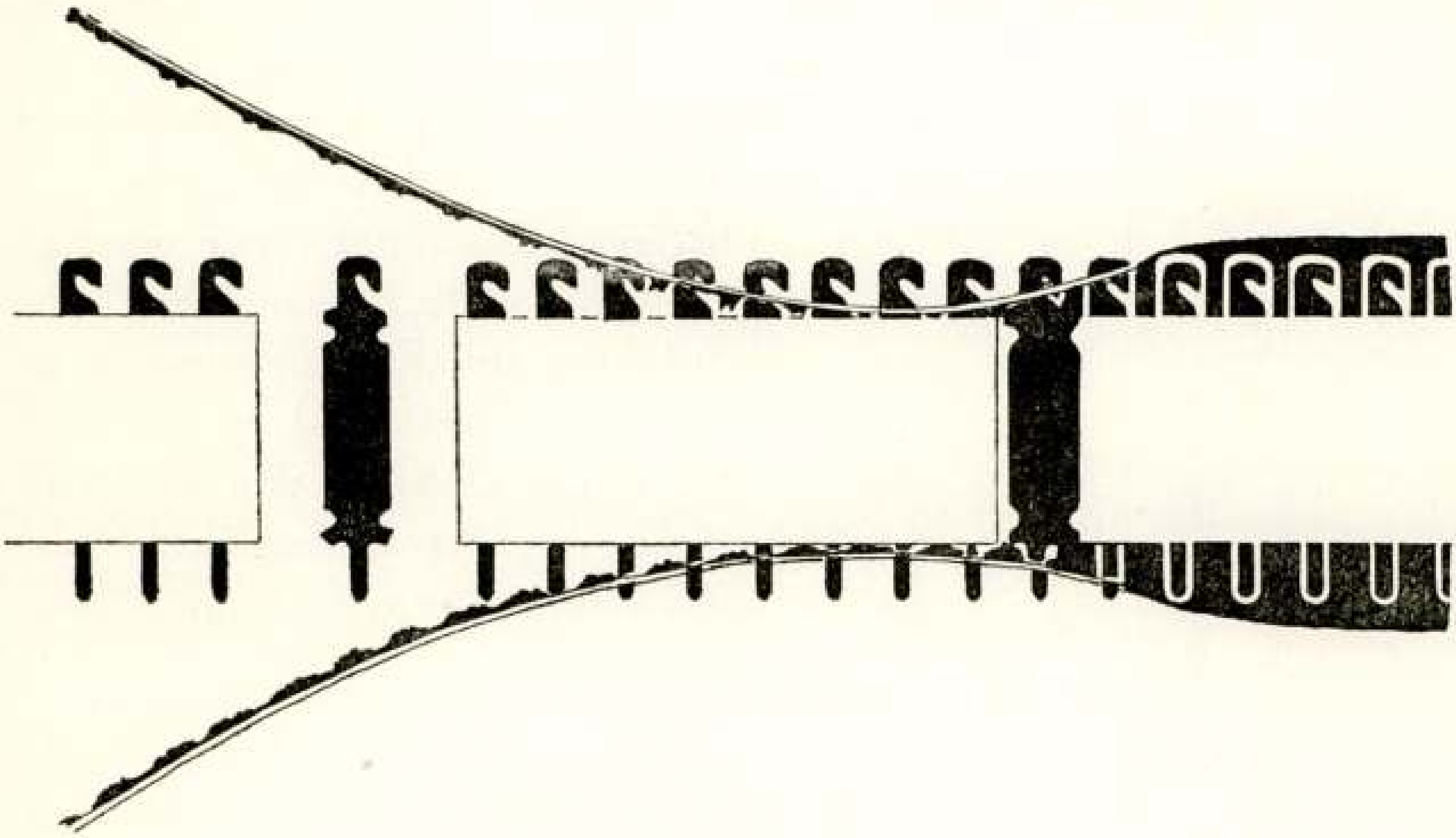


Fig. 4
Het afbreken van de randen nà het inspuiten

b. *De schuif*

Het patroon van de schuif (zie fig. 2) is door foto-etsen meervoudig op een koper-nikkelbeklede hardpapieren plaat aangebracht. (zie fig. 5). Deze plaat wordt in stroken gezaagd. Deze stroken worden nà het frezen van V-groeven gevouwen, gelijmd en voorzien van gaten. Daarna wordt de gelijmde strook in de lengte doorgezaagd (2e zaagbewerking) en in mootjes gezaagd (3de zaagbewerking).

De laatste bewerking is het aanpunten van de schuif.

4. Algemene opmerkingen over de fabricagemethode bij de schuif en het huis met de veren

a. De onderdelen blijven zolang mogelijk verzameld in stroken,

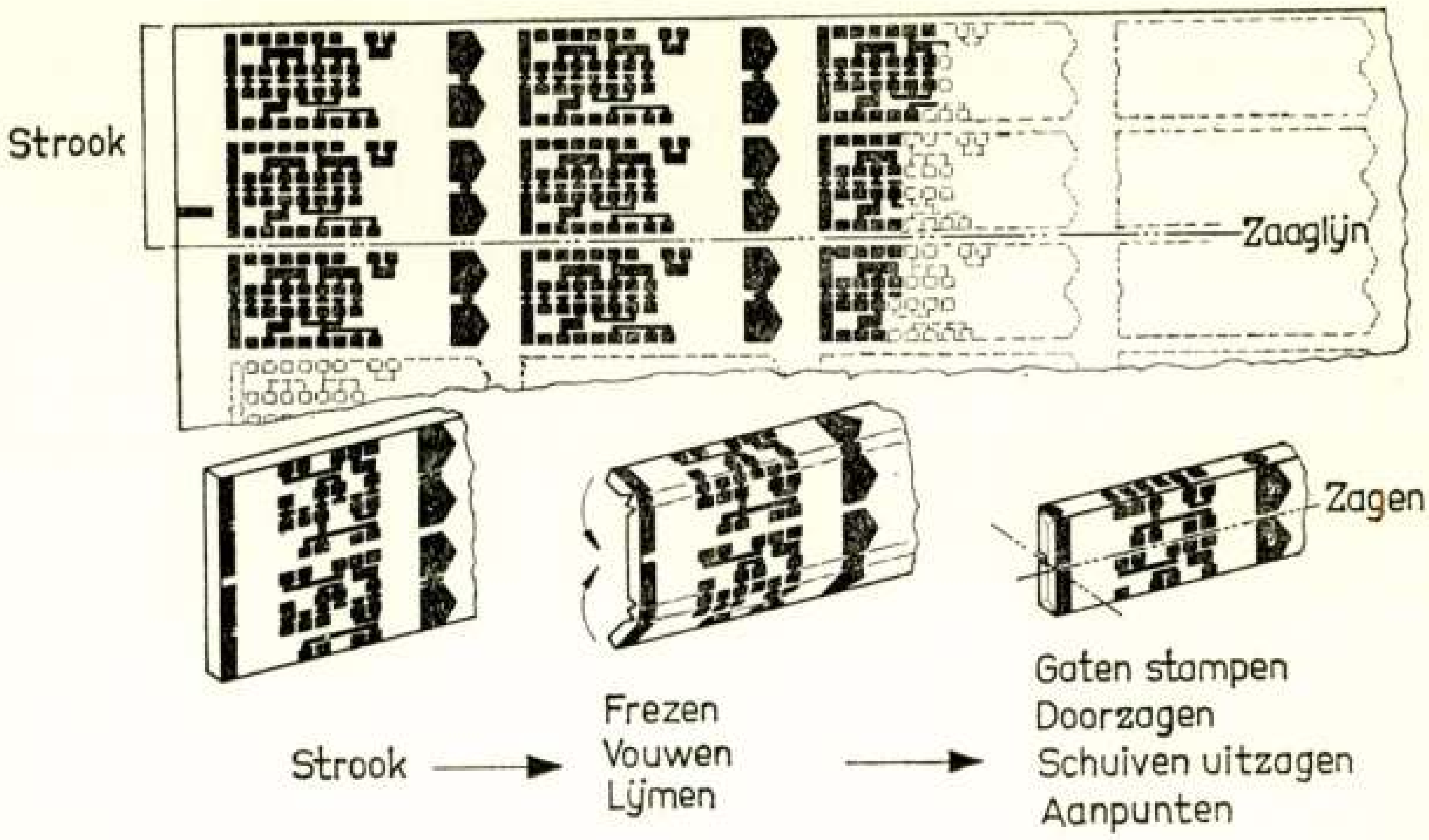


Fig. 5
Schema van de fabricage van de schuif

vellen enz. om hanteren van verschillende kleine onderdelen te voorkomen.

b. De onderdelen zijn verzameld tot stroken, vellen enz. van steeds dezelfde lengte. Dit maakt het mogelijk om steeds universele machines te gebruiken bij het behandelen van de veervellen en bij de fabricage van de schuiven.

De veerrij met maximaal 35 veren kan opgedeeld worden in 2, 3, 4, 6, 9 en 12 schakelaars, die dan respectievelijk maximaal 2 × 17, 2 × 11; 2 × 8, 2 × 5; 2 × 3 en 2 × 2 veren kunnen bevatten.

5. Service-oplossingen

Zowel voor ontwikkelings- als voor servicedoeleinden zijn er serviceschuiven. Hier zijn echter alle vlakjes en verbindingen aanwezig. Door de niet gewenste vlakjes en verbindingen weg te halen met een guts of mesje maakt men zelf de gewenste schuif.

De huisjes met de veren kunnen eveneens uit onderdelen worden opgebouwd.

6. Technieken, materiaalprijs en afmetingen

Door de gebruikte technieken (etsen, inspuiten, frezen) konden de toleranties klein worden gehouden.

Dit èn de dure hoogwaardige materialen maken het mogelijk de schakelaar zo klein te maken. Anderzijds maken de kleine afmetingen, dus het geringe materiaalverbruik, het gebruik van betere materialen economisch verantwoord. Deze schakelaar is ondanks zijn kleine afmetingen niet duurder, maar goedkoper dan overeenkomstige schuifschakelaars.

Deze schakelaar vroeg, meer dan gebruikelijk, behalve een produktontwikkeling een ontwikkeling van de produktiemethode, de techniek.

Manuscript ontvangen 30 november 1962.

DE EL X8 VAN ELECTROLOGICA

Electrologica heeft een nieuwe elektronische reken- en administratiemachine, de EL X8, ontwikkeld, teneinde aan de vraag naar uiterst snelle rekenapparatuur te voldoen.

De EL X8 kan in één seconde 125.000 optellingen of aftrekkingen dan wel ruim 16.000 vermenigvuldigingen of delingen uitvoeren. Zij is daardoor 8 maal zo snel als de reeds eerder door Electrologica op de markt gebrachte elektronische reken- en administratiemachine EL X1, die in binnen- en buitenland voor velerlei doeleinden met succes wordt toegepast.

De EL X8 heeft dezelfde flexibele opdrachtencode als de EL X1, zodat de bestaande programma's — ook de beschikbare, volledige vertaler voor de universele programmeertaal ALGOL 60 — voor de EL X8 kunnen worden gebruikt. De EL X8 is tevens met een reeks van nieuwe faciliteiten uitgerust, waardoor o.m. gelijktijdige uitvoering van meer dan een programma mogelijk is.

Ondanks al deze eigenschappen, waarmede de EL X8 tot de topklasse van computers gerekend kan worden, ligt haar prijs weinig boven die van middelgrote elektronische rekenmachines. Een aantal bekende instellingen in Nederland heeft reeds een opdracht geplaatst.

CONGRESSEN E.D.

10e Symposium Betrouwbaarheid en kwaliteitscontrole

Van 7 t/m 9 januari 1964 vindt in Washington, U.S.A. het jaarlijkse symposium over "reliability and quality control" plaats.

Voor hen die geïnteresseerd zijn in de wijze waarop in de U.S.A. gedacht wordt over het hanteren van betrouwbaarheid en kwaliteitscontrole, in verband vooral met professionele en militaire leveranties is het symposium een unieke gelegenheid op de hoogte te raken van de laatste inzichten op dit gebied. Gezien de vele relaties van Europa met U.S.A. zullen deze inzichten vroeger of later ook hun weerslag in Europa vinden.

Op het 10e Symposium dat gehouden zal worden in Washington D.C. komen de volgende onderwerpen ter sprake:

Statistical technology	Contracting and reliability
Reliability data systems	Systems reliability
Mechanical and structural reliability	Maintainability
Quality assurance	Parts reliability
Reliability program management	Reliability assessment and testing.

Voor meerdere inlichtingen stelt zich gaarne beschikbaar de "area publicity chairman for the symposium": Ir. P. Zijlstra, Philips EE3, Eindhoven.

Symposium Kwasi-Optica

Het veertiende symposium in de serie door het Polytechnic Institute of Brooklyn georganiseerde internationale Symposia wordt gehouden op 8, 9 en 10 juni 1964 in het Statler-Hilton Hotel in New York. Het symposium zal gewijd zijn aan de zgn. kwasi-optica, de nadruk wordt gelegd op die theoretische en experimentele benaderingen waarbij gebruik wordt gemaakt van kwasi-optische principes en interpretaties en die in het frequentiegebied waar multimode of geometrisch-optische beschrijvingen van verschijnselen van toepassing zijn, verhelderend werken. Symposium Committee, Polytechnic Institute of Brooklyn 55 Johnson Street, Brooklyn 1, New York.

ICMCI, Japan

Bovenstaande afkorting staat voor International Conference on Microwaves Circuit Theory and Information Theory. Deze veelomvattende conferentie wordt van 7 t/m 11 september 1964 gehouden in Tokio. De organisatie is in handen

van het Institute of Electrical Communication Engineers in Japan met steun van vele andere internationaal bekende organisaties (o.a. URSI, IEEE en VDE). Adres: ICMCI c/o The Institute of Electrical Communication Engineers of Japan 2.8 Fujimicho, Chiyoda, Tokyo Japan.

BOEKAANKONDIGINGEN ENZ.

Het is ons een genoegen wederom twee boeken in de Dover-serie te kunnen aankondigen. Het zijn "Operational Methods in Applied Mathematics" door H. S. Carslaw en J. C. Jaeger, de bekende inleiding tot het toepassen van de laplace-transformatie (Prijs $ 2.25). Het tweede boek is een herziene druk van "Fundamental Electromagnetic Theory" door R. W. P. King, vooral de relatie tussen elektromagnetische en netwerktheoretische beschouwingen krijgt hierin de aandacht (Prijs $ 2.75).

Van het Nederlands Elektrotechnisch Comité (NEC) verscheen de nieuwe Norm NEN 2052: Symbolen voor de elektrotechnick. Deze norm is het resultaat van de herziening en samenvoeging van de beide uit 1956 daterende voorlopige normen V 2051 (Symbolen voor de telecommunicatie) en V 2054 (Symbolen op sterkstroomgebied); voorts zijn in NEN 2052 opgenomen de herziene symbolen van het normontwerp 3177 (Symbolen voor en tekenwijze van golfgeleiders). NEN 2052 is verkrijgbaar bij het Nederlands Normalisatie-instituut te 's-Gravenhage tegen de prijs van *f* 10,— voor contribuanten, onderwijsinstellingen en studerenden. Voor de overige bestellers bedraagt de prijs *f* 15,— bij gelijktijdige afname van 10 of meer exemplaren wordt korting verleend. Een beknopt uittreksel vindt men nog in GES A6 dat voor *f* 0,50 bij hetzelfde instituut verkrijgbaar is en bovendien de lettersymbolen (NEN 333) en de kleurencode voor weerstanden (V 1382) bevat.

BOEKBESPREKINGEN

SEL-Taschenbuch onder redactie van H. Sarkowski, uitgegeven door Standard Elektrik Lorenz AG Stuttgart. Afmetingen 10,5 x 14,5 cm, 312 bladzijden (Prijs *f* 10,—).

Het zakboekje geeft in beknopte vorm een overzicht van alle onderwerpen die voor de telecommunicatiespecialist van belang zijn.

Naast de bekende verzamelingen van formules, principiële schakelingen, algemene fysische grootheden, vinden we bijzonder handig de samenvattingen van de CCI-aanbevelingen voor verschillende transmissiestelsels (kabels en straalverbindingen).

De afdeling wiskunde vinden we wat summier doch overigens is het zakboekje zeer bruikbaar.

L. K.

Printed wiring and printed circuit techniques. Uitgegeven voor "The electronic engineering association" door Iliffe, Londen, 1963. Afmetingen 8″ x 6″, 49 blz., 2 figuren en 3 tabellen (Prijs 5 sh.).

Dit boekje bevat hoofdzakelijk een uitgebreid overzicht van algemene principes technische procédé's en mechanische toleranties (inch maten!) van de printtechniek.

Achtereenvolgens is dit overzicht verdeeld in: terminologie, toegepaste materialen, het vervaardigen en fotograferen van een moederpatroon, chemische en machinale bewerkingsmethoden, soldeermethoden, technieken om elektrische onder-

delen aan te brengen en de verschillende mogelijkheden tot klimatologische bescherming.

Het boekje is bedoeld om algemene richtlijnen en gegevens te verstrekken aan diegene die met de printtechniek van elektronische apparatuur in aanraking komt. De problemen welke specifiek zijn voor de printtoepassing in de radiotechniek worden niet behandeld. Dit wordt in de inleiding reeds aangekondigd.

P. G.

Uit het N.E.R.G.

VERSLAG VAN HET EXAMEN RADIOTECHNICUS EN RADIOMONTEUR, GEHOUDEN IN HET VOORJAAR 1963

Radiomonteur

Het schriftelijk examen werd gehouden op 1 april 1963.

De mondelinge examens vonden plaats op 16, 17 mei, 4, 5, 10 en 11 juni 1963.

SCHRIFTELIJK

deelgenomen	afgewezen
232	103

MONDELING

deelgenomen	teruggetrokken	afgewezen	herexamen	geslaagd
129	1	43	3	82

HEREXAMEN

deelgenomen	geslaagd
4	4

Radiotechnicus

De overgangsregeling voor het examen Radiotechnicus, zoals aangekondigd in het rondschrijven van december 1962, is met ingang van het examen VOORJAAR 1963 van kracht geworden.

Het schriftelijk examen werd gehouden op 8 april 1963.

De mondelinge examens vonden plaats op 4, 5 en 11 juni 1963.

EERSTE DEEL (schriftelijk)

deelgenomen	afgewezen	geslaagd
376	291	85

TWEEDE DEEL (mondeling en praktisch)

deelgenomen	afgewezen	herexamen	geslaagd
59	23	4	32

HEREXAMEN

deelgenomen	afgewezen	geslaagd
8	3	5

26 candidaten zullen het TWEEDE DEEL later afleggen.

Aan 4 candidaten Radiotechnicus werd de WERA-fonds examenprijs toegekend, het waren Tj. Bakker (Eindhoven), A. W. M. van der Enden (Breda), Y. B. de Jong (Den Haag) en G. A. W. van Veldhoven ('s-Hertogenbosch).

NIEUWE LEDEN

Ir. D. A. Alberts, Da Costalaan 4, Rijswijk (Z.H.).
Ir. H. Bosma, Dravikstraat 10, Geldrop.
G. S. Kok, ing., Leijweg 622, Den Haag.
Ir. H. V. A. M. Maseland, Boeckenburg 15, Amsterdam-Buitenveldert.
Ir. D. C. J. Poortvliet, Jonsvannveien 87, Apartment 16, Trondheim, Noorwegen.
Ir. A. D. J. Uurbanus, p/a Centrale Directie PTT, Kortenaerkade 12, Den Haag.

VOORGESTELDE LEDEN

A. van Delden, van Hallstraat 15, Delft.
Drs. N. Dijkwel, Rietstraat 3, Geldrop.
Ir. H. J. Gits, Piet Avontuurstraat 90, Breda.
Ir. H. C. de Graaff, Karel de Grotelaan 179, Eindhoven.
Ir. G. H. Heebels, Oranjelaan 2, Oegstgeest.
W. Hermes, van Almondelaan 25, Hilversum.
A. C. de Klerk, Rembrandtlaan 31, Huizen (N.H.).
Ir. L. G. P. Kloppenborg, Svendsenlaan 30, Rotterdam. (13).
J. W. Klute, Antilopelaan 5, Eindhoven.
Ir. F. Labaar, Hooigracht 44, Den Haag.
Ir. E. J. Maanders, Boschdijk 398, Eindhoven.
Ir. E. Roza, Willem Beukelszstraat 57a, Vlaardingen.

NIEUWE ADRESSEN VAN LEDEN

Ir. J. C. Balder, Dr. Berlagelaan 6, Son (N.Br.).
Ir. A. Blankvoort, Dr. Augustijnlaan 75, Rijswijk (Z.H.).
Ir. F. C. de Boer, Jacob van Maerlantlaan 17, Hilversum.
Ir. R. Bosselaers, Rijsbergenweg 54, Huizen (N.H.).
Ir. J. C. Diels, Techn. Wetensch. Attaché Netherlands Embassy, 1. Sakae-cho Shiba. Minato-ku, Tokyo, Japan.
Ir. J. M. Douwes Dekker, Schouwlaan 8, Wassenaar.
Ir. D. M. Duinker, Luchense Heide 17, Mierlo.
Dr. Ir. A. J. W. Duijvestijn, Govert Flinckstraat 3, Apeldoorn.
Ir. C. J. van Elk, Snelliuslaan 57, Hilversum.
Dr. Ir. P. M. E. M. van der Grinten, Jos Klijnenlaan 41, Geleen.
Ir. J. T. de Jager, 377 South Harrison Street, East Orange, New Jersey, U.S.A.
Ir. J. C. van Marle, c/o SACLANT ASW Research Center, Viale San Bartolomeo 92, La Specia, Italia.
Dr. Ir. A. E. Pannenborg, Aalsterweg 391, Eindhoven.
Ir. G. Radstake, van Nassau Dillenburgstraat 13, Waddinxveen.
Ir. G. L. Reijns, Jan Mulderstraat 187, Voorburg (Z.H.).
Ir. J. J. van Rijsinge, Beatrixlaan 11, Ermelo.
Ir. J. F. M. Schalkwijk, Dep. of Electrical Engineering Stanford University, Stanford, California, U.S.A.
Ir. G. J. Siezen, Jan van Rotselaerlaan 13, Waalre.
Ir. W. J. Steenaart, Bosweg 6, Stiphout (N.B.).
Dr. Ir. M. T. Vlaardingerbroek, Research Lab. of Electronics, Massachusetts Inst. of Technology, Cambridge 39, Mass., U.S.A.
Ltz. (E) I C. M. de Zeeuw, Neuweg 354, Hilversum.

Dit nummer werd gedrukt op 14 november 1963.